

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Факультет біотехнології і біотехніки  
Кафедра екобіотехнології та біоенергетики

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Кузьмінський Є.В.  
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2019р.

**Дипломний проект**

з напряму підготовки \_\_\_\_\_  
на здобуття ступеня бакалавра  
6.051401 «Біотехнологія»  
(код і назва)

на тему: Біотехнологія очищення стічних вод м. Мелітополь та хутряної фабрики \_\_\_\_\_

Виконав (-ла): студент (-ка) 4 курсу, групи БЕ-51 \_\_\_\_\_  
(шифр групи)

Кутник Олександра Сергіївна \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Керівник к.т.н. Зубченко Л.С. \_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант \_\_\_\_\_  
(назва розділу) (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті  
немає запозичень з праць інших авторів без  
відповідних посилань.

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2019 року

## ЗМІСТ

### ПОЗНАКИ ТА СКОРОЧЕННЯ

### ВСТУП

### РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ. ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ

- 1.1 Характеристика стічних вод хутряної фабрики
- 1.2 Обґрунтування вибору технології очищення стічних вод хутряної фабрики
- 1.3 Існуючі технології очищення стічних вод хутряної фабрики
- 1.4 Вибір технології очищення стічних вод хутряної фабрики

### РОЗДІЛ 2. БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД МІСТА ТА ХУТРЯНОЇ ФАБРИКИ

### РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

- 3.1 Сировина та матеріали
- 3.2 Опис технологічного процесу
- 3.3 Контроль виробництва
- 3.4 Матеріальний баланс

### РОЗДІЛ 4. ВИБІР І ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЛАДНАННЯ

- 4.1 Розрахункові витрати концентрації забруднень стічних вод
- 4.2 Розрахунки необхідного ступеня очищення стічних вод
- 4.3 Вибір технології біологічного очищення стічних вод міста та хутряної фабрики
- 4.4 Розрахунок основних очисних споруд
- 4.5 Проектування аеротенку

### РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

### ВИСНОВКИ

### ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

					ЕКБ.БЕ5111.ДП	Лист
						2
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## ПОЗНАКИ ТА СКОРОЧЕННЯ

АМ Активний мул

БСК Біохімічне споживання кисню

ГДК Гранично-допустима концентрація

ГДС Гранично-допустиме скидання

ПАР Поверхнево-активні речовини

СВ Стічні води

СПАР Синтетичні поверхнево-активні речовини

ХСК Хімічне споживання кисню

					ЕКБ.БЕ5111.ДП	Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## ВСТУП

Однією з найбільших проблем на сучасному етапі розвитку суспільства є питання охорони навколишнього середовища від забруднення та раціональне використання природних ресурсів. Нині у багатьох країнах світу спостерігається нестача, зростаюче забруднення джерел прісної води. Особливо актуальною ця проблема є для України, яка за рівнем водо забезпечення посідає одне з останніх місць серед країн Європи.

Серед промислових об'єктів – джерел забруднення навколишнього середовища, підприємства легкої промисловості – найбільш численні. А з усіх галузей легкої промисловості хутряне виробництво відноситься до числа найбільш небезпечних для водойм, адже містять високу концентрацію інгредієнтів різної природи. Це обумовлено великою чисельністю видів сировини, що визначає різноманітність способів і методів обробки шкур, відмінності в концентраціях і композиціях хімічних матеріалів, барвників і т.д. Тому існуюча на ряді хутрових фабрик технологія очистки, що полягає в реагентній обробці стічних вод залізним купоросом, кислотою та вапном нині не забезпечує високого ефекту очищення за такими показниками, як жири, СПАР, завислі речовини, барвники і відзначається великими об'ємами осадів.

Метою даного дипломного проекту є вибір та обґрунтування технології попередньої очистки стічних вод хутряної фабрики та проектування технології біологічного очищення суміші стічних вод міста і хутряної фабрики.

Завданнями дипломного проекту є:

1. Навести характеристику та склад стічних вод хутряної фабрики, на основі аналізу існуючих технологій обрати технологію попереднього очищення стічних вод хутряної фабрики.
2. Обчислити розрахункові витрати і концентрації забруднень в суміші стічних вод міста та хутряної фабрики та необхідний ступінь очищення стічних вод;
3. Охарактеризувати активний мул, як біологічний агент процесу очищення стічних вод.

					ЕКБ.БЕ5111.ДП	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4. Обґрунтувати та обрати технологію біологічного очищення стічних вод міста та хутряної фабрики і розробити технологічну та апаратурну схему для обранаої технології.

5. Виконати розрахунки параметрів очисних споруд. Виконати креслення аеротенка-витиснювача.

6. Розглянути основні небезпечні виробничі фактори та вплив технологічного процесу на навколишнє середовище та запропонувати заходи з охорони праці та довкілля.

					<i>ЕКБ.БЕ5111.ДП</i>	<i>Лист</i>
						5
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

# РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ. ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ

## 1.1 Характеристика стічних вод хутряної фабрики

Характеристика стічних вод хутряних фабрик, так як і їх об'єм, залежить від виду сировини, що переробляється, прийнятої технології обробки та виду готової продукції.

Сировину, що використовують на хутряних фабриках поділяють на чотири типи:

- хутровина – шкури, отримані від тварин, що розводять в звірогосподарствах (норка, сріблясто-чорна лисиця, соболь, бабак, тхір) або добутих полюванням (соболь, білка, видра, вовк, ховрах тощо);
- хутрова сировина (хутро) – шкури, отримані від домашніх і сільськогосподарських тварин (кроликів, собак, кішок, овець, кіз, північного оленя), які володіють гарним волосяним покривом, що придатний для виготовлення хутряної продукції;
- хутрова морська сировина – шкури морських котиків та тюленів різних вікових груп (белек, хохлуш, нерпа), придатні за якістю волосяного покриву для виготовлення хутряної продукції;
- шкурки птиці – шкурки деяких видів водоплавних птахів (чомга, гагара, пелікан, баклан, лебідь, гуси), що мають щільний, м'який та міцний пір'яний і пухової покрив, придатний для вироблення хутряної продукції [1].

Велика чисельність видів сировини визначає різноманітність способів і методів обробки шкур, відмінності в концентраціях і композиціях хімічних матеріалів, барвників і т.д. Тому стічні води хутряних виробництв відносяться до числа найбільш небезпечних для водойм, адже містять високу концентрацію інгредієнтів різної природи: шматочки мездри, сировини та напівфабрикатів, шерсть, згустки крові, бруд, синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР), консервуючі речовини, сульфіді, розчинні білки, жири, солі хрому, алюмінію, т

титану та ін. [2].

Особливістю стічних вод, що утворюються в процесі переробки хутра (сировини), є наявність шестивалентного хрому, а також наявність спеціальних окислювальних барвників (урзоли). Відпрацьовані фарбувальні розчини містять продукти сумісного окиснення, забарвлення яких значно інтенсивніше ніж забарвлення продуктів окиснення кожної внесеної у фарбувальний розчин речовини окремо. Іншою особливістю хутряного виробництва є неоднакова тривалість технологічного циклу для різних видів сировини і для одного виду з різними показниками. Це призводить до великої нерівномірності надходження стічних вод у каналізаційну мережу, а також коливання концентрацій забруднень у ній [3].

На хутряних підприємствах, крім виробничих, утворюються побутові і атмосферні стічні води. З території підприємств їх відводять окремими мережами. Побутові стічні води скидаються в міську каналізаційну систему, а дощові і виробничі стічні води скидаються в цю систему або водойму після попередньої їх очистки на локальних очисних спорудах. В іншому випадку надходження стічних вод у водойму, може призвести до важких порушень гідробіологічного режиму [2].

Виробничі стічні води хутряних підприємств, як правило, відносяться до третьої групи, так як до складу даних вод входять як мінеральні, так і органічні речовини. До мінеральних речовин належать солі (сульфати, хлориди, сульфіді, сполуки хрому, титану та ін), до органічних – синтетичні і рослинні дубителі, продукти розпаду білків, поверхнево-активні речовини, жири [4].

Вода на хутряних фабриках витрачається в основному на приготування робочих розчинів. Тому скорочення водоспоживання досягають за рахунок багаторазового використання миючих, фарбувальних розчинів, обробки основних видів сировини при низьких рідинних коефіцієнтах на спеціальному обладнанні, обробки хутряних шкур в неводному середовищі тощо [5].

Процес виробництва хутра складається з таких основних етапів: вичинки, яку здійснюють в сировинних цехах, без зміни забарвлення волосяного покриву і шкіряної тканини; фарбування волосяного покриву або шкіряної тканини у

фарбувально-обробних цехах; обробних операцій (розбивання, чесання, стрижки, відкатки, прасування і т.д.), в яких стічні води не утворюються.

У сировинному цеху здійснюють відмочування, міздріння, пікелювання, дублення. Ці операції супроводжуються утворенням стічних вод, забруднених білковими речовинами, жирами, хромом, СПАР, кислотами, органічними та мінеральними домішками. Питома витрата вод у сировинному цеху становить 120-160 м<sup>3</sup> на 1т напівфабрикату.

У фарбувальному цеху здійснюють уморіння, протравлення, фарбування, соління. У каналізацію надходять стічні води, забруднені різноманітними барвниками, хромом, кислотами та лугами, СПАР, органічними речовинами і механічними домішками. Питома витрата стічних вод у фарбувальному цеху становить 240-250 м<sup>3</sup> на 1т сировини, що обробляється. Інтенсивність забарвлення різна – 1:50-1:1000.

Технологічний процес вичинки і фарбування складається більш ніж із 130 обробіток, в яких використовують хімічні матеріали і барвники приблизно 27 найменувань [6].

Усі стічні води хутряної фабрики поділяють на 2 категорії:

- 1) Стічні води, що вміщують хром, до складу яких входять всі скиди сировинного (без відмочування) і води від фарбувального цехів;
- 2) Забарвлені стічні води, до яких входять води фарбувального цеху (без протравних) і води від операції відмочування [7].

Склад даних стічних вод наведений у табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Склад стічних вод хутряних фабрик [7]

Показник	Стічні води, що містять хром (1 категорія)	Забарвлені стічні води (2 категорія)
Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	500-2500	100-800
Хром (III) і (VI), мг/дм <sup>3</sup>	10-60	-
СПАР, мг/дм <sup>3</sup>	40-110	20-100
ХСК, мг/дм <sup>3</sup>	2500-7000	100-3000



pH	3,5-5,1	5,8-6,8
Інтенсивність забарвлення за розбавленням	-	1:20-1:100

Із таблиці видно, що стічні води хутрових фабрик мають великі концентрації забруднень, які ще можуть збільшуватися внаслідок залпового скидання забруднювачів.

## 1.2 Обґрунтування вибору технології очищення стічних вод хутряної фабрики

Велика кількість різноманітних забруднень у виробничих стічних водах обумовлює застосування численних способів, методів, процесів та технологій для їх очищення.

Існуючі методи можна об'єднати в наступні групи:

- механічні (відстоювання, фільтрація, усереднення тощо);
- фізичні (випаровування, виморожування, магнітна і електромагнітна обробка);
- хімічні (окислення, нейтралізація, відновлення);
- біологічні (аеробне та анаеробне окиснення).

Наведена класифікація є умовною, адже процес очищення відбувається внаслідок поєднання даних методів [6].

Внаслідок великої різноманітності забруднюючих речовин, що потрапляють у стічні води з оброблюваних шкур, особливістю стічних вод є велике відношення показника ХСК до БСК, яке в середньому дорівнює 2 і показує наявність великої кількості важкоокиснювальних біохімічним шляхом органічних речовин. Тому попереднє очищення стічних вод повинно включати механічне очищення для видалення, в основному, шерсті і жиру за допомогою шерстеуловлювачів. Легкість забруднень і присутність у стічних водах жирів і СПАР зумовлює використання флотаційних шерстежироуловлювачів. Окрім цього, стічні води хутрових фабрик містять багато іонів Cr(III) та Cr(VI), ефективне видалення яких не досягається методами, які направлені на

					ЕКБ.БЕ5111.ДП	Лист
						9
Ізм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		

звільнення стічних вод від іонів важких металів. Значна ж нерівномірність надходження стічних вод від різних операцій хутряного виробництва спричинює необхідність усереднення стічних вод як за витратою, так і за концентраціями забруднень [3].

### 1.3 Існуючі технології очищення стічних вод хутряної фабрики

На ряді хутрових фабрик використовують технологію очистки, що полягає в реагентній обробці стічних вод, які містять хром (VI) залізним купоросом, кислотою та вапном з метою переведення шестивалентного хрома в трьохвалентний та утворенням гідроксидів (рис. 1.1). Тривалість перебування в камері реакції 2, де відбувається відновлення, становить 30 хв.; в камері нейтралізації 3, куди подають вапно для збільшення рН до 8-8,5 – 10-15 хв. Подальше відстоювання разом з забарвленими водами проходить у відстійнику 4 (або у флотаційній установці). Осад спрямовують на механічне зневоднення [3].

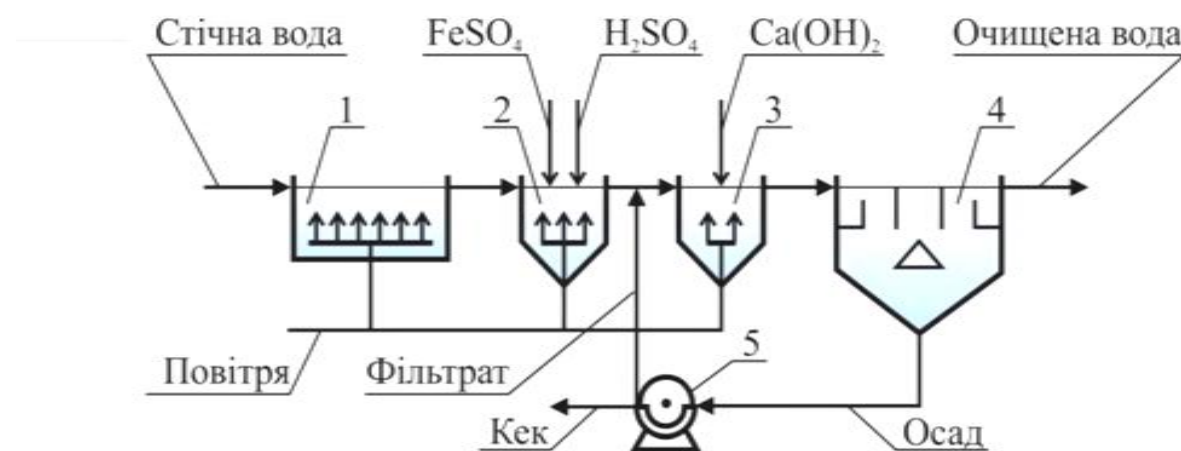


Рис. 1.1 Схема очищення стічних вод, які містять хром [3]:

1 – усереднювач; 2 – камера реакції; 3 – камера нейтралізації; 4 – відстійник; 5 – вакуум-фільтр

Описана технологія не забезпечує високого ефекту очищення за такими показниками, як жири, СПАР, завислі речовини, барвники і відзначається великими об'ємами осадів.

Тому Українським інститутом інженерів водного господарства було розроблено технології попереднього фізико-хімічного очищення стічних вод хутряних фабрик.

У одній із запропонованих технологічних схем використовується метод електрокоагуляції-флотації. Схемою передбачається обробка стічних вод, які містять хром, сірчаноокислим залізом і вапном з метою коагуляції, а потім відстоювання їх разом із усередненими забарвленими водами. Прояснені стічні води спрямовують на доочищення в камеру електрокоагуляції-флотації, а потім – на пінополістирольні фільтри. Електрокоагулятори-флотатори можна використовувати і для основного очищення, якщо не передбачено попередню коагуляцію стічних вод, які вміщують хром. Основне призначення фільтрів полягає у захисній дії на випадок проскакування забруднень. Осад із відстійників у кількості 2-4% обробленої води і шлам із флотаційної камери в кількості 1% з вологістю 95% спрямовують на механічне зневоднення і потім у відвал.

Тривалість перебування стічних вод у камері реакції – 15 хв, в усереднювачі – 4-6 год, у камері електрокоагуляції – 5-7 хв, у камері флотації – 30-40 хв [3,7].

Дана технологія дає можливість досягти наступного ефекту очищення: за завислими речовинами – 57,1%, БСК та ХСК – 30%, концентрацією СПАР – 55% (табл. 1.2).

Табл. 1.2 Очищення стічних вод хутряних фабрик електрокоагуляцією-флотацією [7]

Показник забруднення	Режим очищення			Режим доочищення		
	Концентрація забруднень, мг/дм <sup>3</sup>		Ефект очистки, %	Концентрація забруднень, мг/дм <sup>3</sup>		Ефект очистки, %
	На вході	На виході		На вході	На виході	

Завислі речовини	1985	229	88,5	1023	219	78,6
Хром	23	0,76	96,7	4,4	0,9	79,6
Залізо	-	0,8	-	3,05	1,4	-
ПАР	57,5	22,2	61,4	24,6	10,1	59
ХСК	4300	1590	63,9	2980	1915	26
Забарвлення за розведенням	1:15-1:50	1:2-1:7	-	1:3-1:16	1:1-1:6	-

Друга технологія очищення стічних вод хутрових фабрик, яка наведена на рис. 1.2, передбачає тільки реагентну обробку стічних вод із двоступінчастим флотаційним освітленням та з подальшим біологічним очищенням.

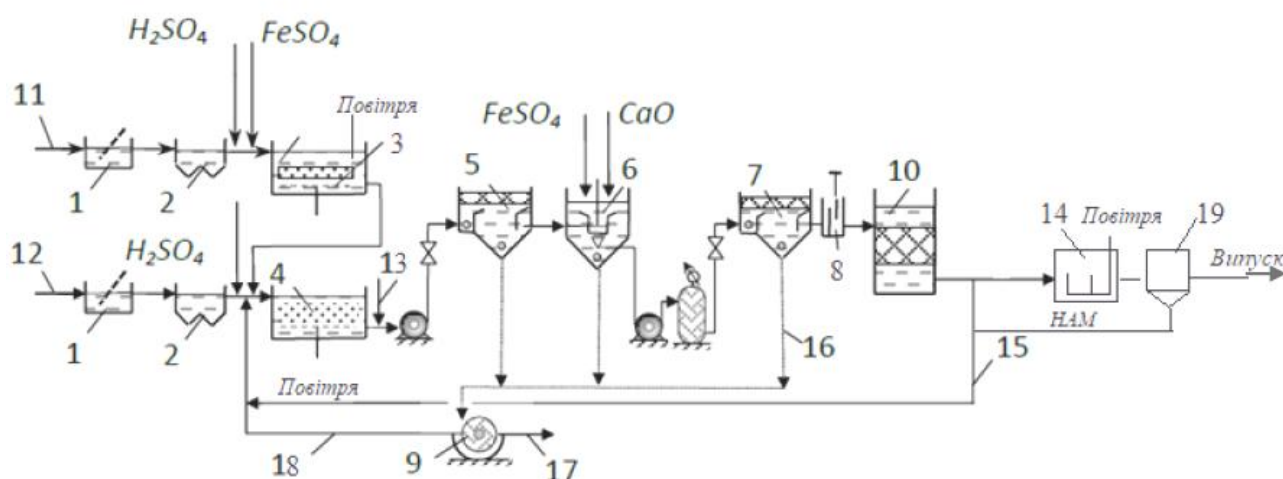


Рисунок 1.2 – Схема очищення стічних вод хутряної фабрики [3]:

1 – решітка; 2 – пісковловлювачі; 3 – усереднювач-реактор стічних вод, що містять хром; 4 – усереднювач-реактор змішаних стічних вод; 5 – безнапірна флотаційна установка; 6 – камера реакції; 7 – напірна флотаційна установка; 8 – збірник очищеної води; 9 – вакуум-фільтр; 10 – фільтр з плаваючим фільтруючим шаром; 11 – стічні води, що містять хром; 12 – забарвлені стічні води; 13 – повітря; 14 – аеротенк; 15 – промивна вода; 16 – шлами і осадки; 17 – кек на вивезення; 18 – фільтрат; 19 – відстійник.

У даній технології стічна вода розділяється на два стоки: стічні води, що містять хром, та забарвлені стічні води, оскільки вони потребуються різних

технологій реагентної обробки. Обидва види стічних вод спочатку потряпляють на механічну очистку, яка дає можливість видалити з води нерозчинні мінеральні та органічні забруднення. Після чого, в усереднювач для стічних вод, які містять хром, подають сірчаноокисле залізо в якості відновника шестивалентного хрому і в кількості, яка відповідає концентрації шестивалентного хрому, та сірчану кислоту – для корегування рН у межах 2,5-3,0 [3,7].

В усереднювач забарвлених вод подають сірчану кислоту для підтримання рН 4,0 – 4,5 з метою коагулювання білкових сполук і часткового знебарвлення. Після цього суміш стічних вод освітлюють безнапірною флотацією і спрямовують у камеру коагуляції, де обробляють вапном для перетворення сполук заліза на гідроксид і його коагуляції. У камеру реакції також подають сірчаноокисле залізо для корегування його дози з метою поліпшення коагулювання. Продукти коагуляції відокремлюють на установці напірної флотації, після чого пропускають крізь пінополістирольні фільтри. Після фільтрів, стічна вода надходить в аеротенк, який забезпечує максимальний ефект очищення за БСК [3].

#### 1.4 Вибір технології очищення стічних вод хутряної фабрики

При виборі технології очищення враховують склад стічних вод і вимоги (табл. 1.3), яким повинні задовільняти очищені води для відведення їх у каналізаційну мережу.

Табл.1.3 Умови приймання виробничих стічних вод до міської системи водовідведення [8]

Показники забрудненості					Концентрація в мг/дм <sup>3</sup>	
Завислі речовини					500	
БСК <sub>повн</sub>					350	
СПАР					20	
Жири рослинні та тваринні					50	
Хром					2,5	
рН					6,5-9,0	
Температура					Не вище 40°С	
					ЕКБ.БЕ5111.ДП	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Лист

Проаналізувавши існуючі технології очищення стічних вод хутряної фабрики та вимоги щодо складу стічних вод підприємства підприємства при скиданні у каналізаційну мережу, було обрано оптимальну технологію, а саме технологію реагентної обробки стічних вод із двоступінчастим флотаційним освітленням та біологічним очищенням, яка забезпечує максимальне очищення за такими показниками як БСК, концентрація Cr (VI, III), концентрація СПАР, жирів та завислих речовин (табл. 1.4).

Табл.1.4 Характеристика стічних вод хутряної фабрики до та після очищення[3]

Показники забруднення, мг/дм <sup>3</sup>	На вході	Після безнапірної флотації	Після напірної флотації	Після фільтрів	Після біологічної очистки
Завислі речовини	2500	1300	130	60	60
БСК <sub>повн</sub>	2000	1200	900	800	350
СПАР	120	70	20	15	15
Жири, масла	350	50	5	2	2
Хром	105	90	10	1,5	1,5
Барвник	40	20	10	4	4

Тому проаналізувавши переваги даної технології, можна зробити наступні висновки:

- забезпечує зменшення концентрації Cr (VI), який є токсичним, за рахунок реагентної обробки стічної води;
- забезпечує зменшення концентрації СПАР, завислих речовин, жирів, до значень, які є допустимим для скиду в міську систему водовідведення;
- за рахунок біологічної очистки досягається високий ефект очищення за показником БСК, чого не забезпечує жодна з інших запропонованих технологій;
- відбувається вирівнювання рН до меж 6,5 – 8,5, що запобігає загибелі активного мулу в аеротенку через кисле середовище;

- невеликі енерговитрати у порівнянні з іншими запропонованими технологіями.

Виходячи з цього, рекомендовано технологію, яка передбачає реагентну обробку стічних вод із двоступінчастим флотаційним освітленням, біологічним очищенням (рис. 1.2), що дозволяє отримати концентрації забруднень, які є гранично допустимими для відведення виробничих стічних вод в міську систему водовідведення.

					ЕКБ.БЕ5111.ДП	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## РОЗДІЛ 2. БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД МІСТА ТА ХУТРЯНОЇ ФАБРИКИ

Активний мул – це штучно (антропогенно) створена екосистема; система антропогенно залежна, що знаходиться в надзвичайно мінливих умовах впливу абіотичних та біотичних факторів. Культивування активного мулу в обмеженому просторі аеротенків, в умовах великої кількості кисню та високого навантаження за органічними забруднюючими речовинами і значного навантаження за промисловими забруднюючими речовинами призводить до формування співтовариства, що значно відрізняється від природних екосистем. Для правильної оцінки активний мул в цілому необхідно охарактеризувати як спосіб існування бактеріальних популяцій, основних деструкторів забруднень, так і простіших та багатоклітинних організмів, що становлять приблизно 5-10% від загальної біомаси та здійснюють активне поїдання бактерій [9].

Бактерії активного мулу використовують органічні речовини, які містяться в стічній воді, що надходить в аеротенк, для отримання енергії і для синтезу необхідної біомаси для росту власних клітин.

Механізм вилучення органічних речовин із стічних вод та їх споживання мікроорганізмами дуже складний і до нашого часу ще недостатньо вивчений. У цілому цей процес може бути розділений умовно на три стадії: перша – масопередача органічної речовини із рідини до поверхні клітини; друга – дифузія органічної речовини через напівпроникні мембрани, якій передують в необхідних випадках гідроліз органічних забруднень з утворенням продуктів, здатних дифундувати через мембрани клітин; третя – метаболізм дифундованих продуктів із виділенням енергії і синтезом клітинної речовини (рис. 2.1) [10,11].

Отримана в ході хімічних реакцій енергія лише частково використовується для синтезу нової біомаси, підтримання життєдіяльності клітин, а інша частина розсіюється в навколишньому середовищі у вигляді тепла.

					ЕКБ.БЕ5111.ДП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16



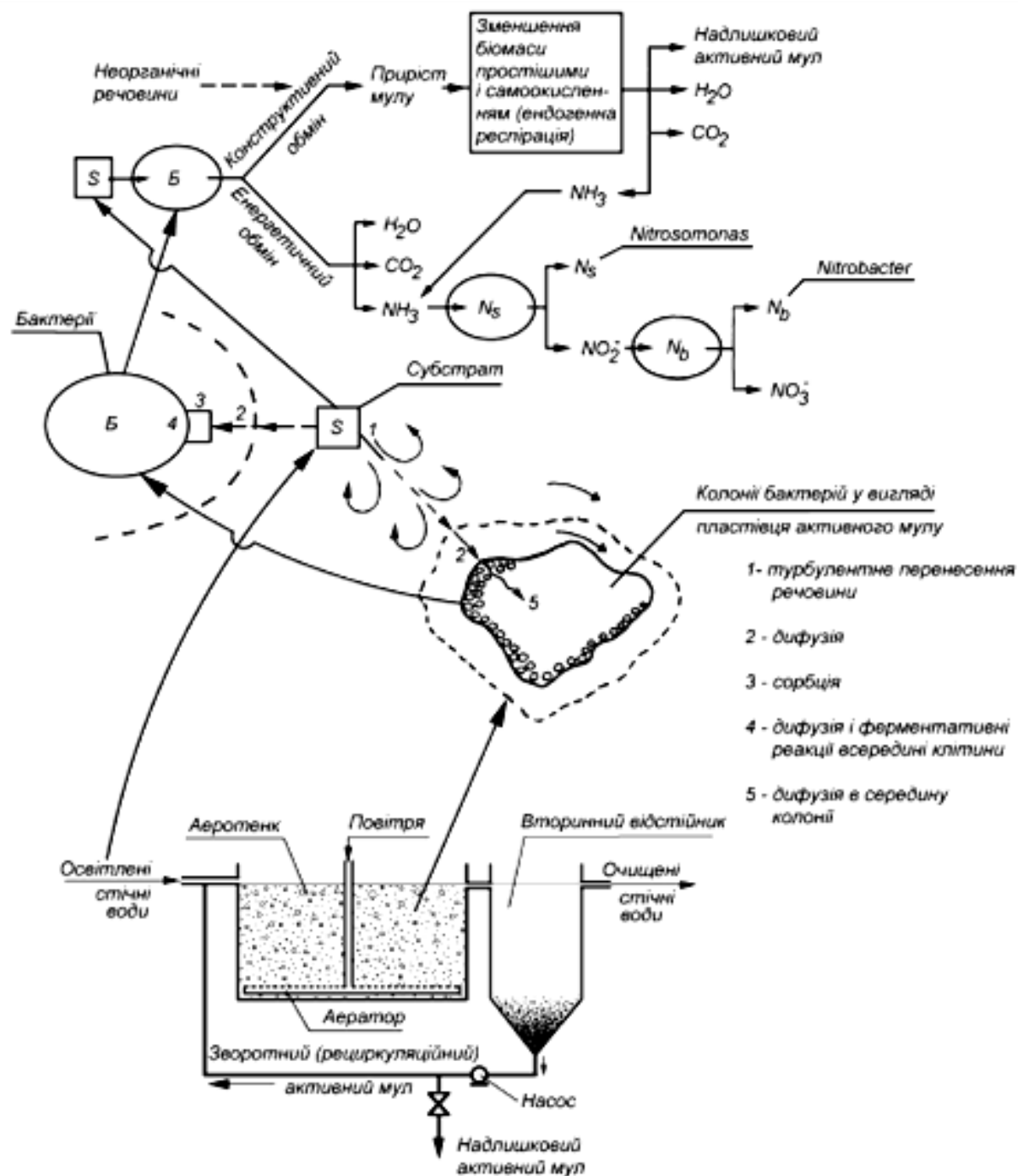
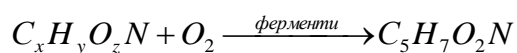
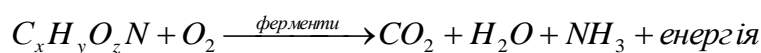
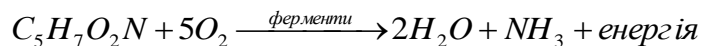


Рис. 2.1 Схема очистки стічних вод в аеротенках [11]

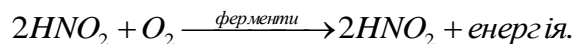
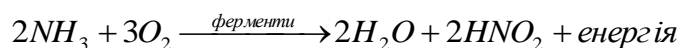
Якщо позначити суму органічних забруднень стічних вод через  $C_xH_yO_zN$ , то процес очистки води від цих забруднень можна виразити наступними умовними реакціями:



Якщо органічні речовини стічних вод уже використані, і відчувається їх нестача, починається самоокислення речовини, що входить до складу клітин активного мулу  $C_5H_7O_2N$  чи так звана ендогенна респірація [11]:



До цього моменту створюються сприятливі умови для розвитку автотрофних нітрифікуючих бактерій, які окислюють амонійний азот



Роль найпростіших у основному полягає в стимулюванні зростання флокулоутворюючих бактерій; підвищенні прозорості надмулової води за рахунок інтенсивного поїдання бактерій, які не включені в пластівці мулу, а тому найбільш доступних. Більш того, було встановлено, що найпростіші виділяють біологічно активні речовини, які мають стимулюючу дію на фізіологічну активність бактерій. Таким чином, в розкладанні забруднюючих речовин бере участь вся біота активного мулу в цілому, а абіотичні процеси впливають на його швидкість та ефективність [12].

## РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 3.1. Сировина та матеріали

Таблиця 3.1. Характеристика сировини, матеріалів та напівпродуктів

Найменування	Категорія і номер НТД, згідно якого перевіряється сировина	Показники, що обов'язкові для перевірки, та їх нормативне значення	Примітка показник
1. Основна сировина:			
1	2	3	4
1.1. Виробничі стічні води	ДБН В.2.5 -75:2013 Правила прийому стічних вод на каналізаційні очисні споруди	Витрата стічних вод, не більше	2000
1.2. Суміш господарсько-побутових та виробничих стічних вод	Згідно технологічного регламенту	Температура, С	10-40
		рН, од. рН	6,5-8,5
		Масова концентрація завислих речовин, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	210,4
		ПАР, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	8,6
		БСК <sub>повн</sub> , мг/дм <sup>3</sup> , не більше	254

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4
1.3 Вода технічна фільтрована	Технологічний регламент системи водокористування КДМ-1, 2008 р.	Температура, С, не більше	30
		рН, од. рН	6,5-8,0
		Загальна жорсткість, мг- екв/дм <sup>3</sup> , не більше	3,5
		Запах, бал	0
		Кольоровість, ПКШ, не більше	50
		Масова концентрація завислих речовин, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	20,0
		Перманганатне окислення, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	80,0
		ХСК, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	120,0
		БСК <sub>повн</sub> , мг/дм <sup>3</sup> , не більше	20,0
		Сухий залишок, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	20,0

2. Допоміжна сировина			
1	2	3	4
2.1 Хлорид заліза, 12,5%, технічний	ТУ 6-05761620.014-99; ТУ У 24.1-03341374-001:2008	Зовнішній вид	Рідина темно-червоного кольору
		Масова концентрація активного хлора, г/дм <sup>3</sup> , не менше	120
2.2 Хлорне вапно	ТУ 6-05761620.014-99; ТУ У 24.1-03341374-001:2008	Зовнішній вигляд	Білий порошкоподібний продукт із різким запахом хлора
		Вміст активного хлора, %, не менше	20
3. Напівпродукти			
3.1 Осад	СанПіН 2.1.7.573-96	рН	5,5-8,5
		Яйця гельмінтів	0
		Патогенні ентеробактерії клітин	0

### 3.2. Опис технологічного процесу

#### ДР 1. Підготовка повітря для аерації

При подачі повітря в аеротенки необхідно забезпечити подолання опору фільтросних пластин та повітропроводів, видалення завислих частинок у повітрі, регулювання температури та вологості.

##### ДР 1.1 Забір повітря з атмосфери

Підготовка повітря розпочинається із забору атмосферного повітря. Процес проводять за допомогою повітрозабірників, які розташовують на висоті 4 м від поверхні землі.

##### ДР 1.2 Фільтрування повітря

Повітря очищується крізь волокнистий фільтр, що затримує в собі пил та інші механічні частки з ефективністю очищення 80%. На даному етапі контролюють вміст механічних частинок у повітрі, яких повинно бути не більше 10 мг/м<sup>3</sup>.

##### ДР 1.3 Компресування повітря

Для компресування повітря застосовують повітродувки. На даній стадії щогодини здійснюється технологічний контроль тиску за допомогою технічного манометра.

#### ДР 2. Підготовка розчину гіпохлориту натрію

Отримання знезаражуючого реагенту (розчину гіпохлориту натрію) шляхом електролізу розчину кухонної солі. Розчин гіпохлориту натрію використовують для знезараження очищеної стічної води. Установа працює за принципом електролізу розчину хлористого натрію. Вода з біологічних ставків, що надходить на установку приготування гіпохлориту натрію, проходить спочатку вузол фізико-хімічної очистки, далі видалення заліза на автоматичному фільтрі та видалення солей жорсткості на автоматичній установці пом'якшення води. Далі пом'якшена вода подається на електролізери та в ємність-солерозчинник, звідки насос-дозатор подає соляний розчин на електролізні блоки, у яких і виробляється розчин гіпохлориту натрію [13]. Підготовлений гіпохлорит подається до ТП 10.1.

#### ДР 3. Приготування розчину FeCl<sub>3</sub>

					ЕКБ.БЕ5111.ДП	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Хлорид заліза зберігається на складі в спеціальних посудинах у вигляді концентрованого розчину солі. 5 % розчин готують у спеціальному реакторі шляхом змішування розчину з водою. Інтенсифікація розведення розчину солі у воді здійснюється за допомогою мішалки з інтенсивністю обертання 5 об/с.

#### ДР 4. Приготування розчину $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Насичений розчин гідроксиду кальцію зберігається у спеціальних посудинах. Приготування 10 % розчину  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  здійснюють у спеціальному реакторі шляхом змішування  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  з водою. Інтенсивність обертання мішалки 5 об/с.

#### ТП 5. Змішування стічних вод у приймальній камері

Приймальна камера являє сабою резервуар, до якого надходить суміш стічних вод міста та підприємства. Також в приймальну камеру повертається стічна вода з очисної станції у вигляді дренажної води, фільтрату та мулової води.

#### ТП 6. Механічне очищення стічних вод

##### ТП 6.1. Очищення стічних вод на решітках

Дана стадія проводиться для видалення грубодисперсних речовин зі стічної води, що надходить на очисну станцію: паперу, кісток, ганчірок, гілля, каміння, залишків овочів і фруктів, пластмасової тари тощо. Для цього встановлюємо решітки з прозорами 16 мм. Затримані відходи вивозяться, можливими варіантами їх подальшого знешкодження є мінералізація у ґрунті, спалювання.

##### ТП 6.2. Очищення на пісковловлювачах

Пісковловлювачі призначені для затримання під дією сили тяжіння крупних мінеральних частинок, головним чином піску. Їх кількість повинна бути не менше 2, вони повинні бути розраховані на затримання піску крупністю більше 0,20 мм (гідравлічна крупність 18,7 мм/с).

##### ТП 6.3. Відстоювання у первинних відстійниках

Відстоювання застосовується з метою виділення зі стічної води крупнодисперсних домішок, які під дією гравітаційної сили осідають на дно відстійника. Відповідно до розрахунків обрано 3 первинних радіальних

ЕКБ.БЕ5111.ДП					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23

відстійника діаметром 18 м.

#### ТП 7. Біологічне очищення стічних вод в аеротенку

Аеробні процеси біологічного очищення стічних вод здійснюються у штучно створених умовах – в аеротенках активним мулом, при наявності у воді розчиненого кисню. Здатність активного мулу до утворення пластівців дозволяє порівняно легко відділити його від очищених стічних вод відстоюванням [9].

На стадію подається механічно очищена стічна вода, попередньо підготовлене повітря для аерації з повітродувної станції та рециркуляційний активний мул з вторинного відстійника. Зі стандартного ряду обрано аеротенк-витиснювач (номер типового проекту 902-2193) з наступними показниками: ширина коридору – 6 м; робоча глибина аеротенку – 5 м; число коридорів – 3 шт.; робочий об'єм однієї секції – 4425 м<sup>3</sup>.

#### ТП 8. Відстоювання у вторинних відстійниках

Суміш стічної води з активним мулом потрапляє з аеротенка у вторинні відстійники, де відбувається розділення мулової суміші та ущільнення затриманого мулу. Відповідно до розрахунків обрано чотири вторинних радіальних відстійника (номер типового проекту - 902-2-89/75), усі відстійники – робочі (діаметр – 30 м; глибина – 3,7 м). Після відстоювання очищена стічна вода надходить на доочищення, оскільки за розрахунками необхідного ступеня очищення повного біологічного чищення недостатньо. Активний мул розділяється на рециркуляційний, що повертається у аеротенк, і надлишковий, що піддається подальшій переробці.

#### ТП 9. Доочищення у біологічних ставках

Для доведення значення БСК<sub>повн</sub> до норм скиду у водойму використовуємо природне очищення у біологічних ставках. Проте навіть при найсприятливіших умовах на виході з біоставків неможливо отримати значень БПК<sub>повн</sub>, близьких до нуля. Це зумовлюється внутрішньоводоймищними процесами, пов'язаними з виділенням у воду продуктів життєдіяльності водних організмів і розпаду відмерлих форм [11].

#### ТП 10. Знезараження очищених стічних вод

##### ТП 10.1. Змішування стічних вод з реагентом.

					ЕКБ.БЕ5111.ДП	Лист
						24
Ізм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		



Після ТП 8 СВ поступають на знезараження, з метою знищення патогенних бактерій, що залишилися в очищених стічних водах, і зменшення таким чином небезпеки зараження води водойм. У даному випадку знезараження стічних вод відбувається за використання гіпохлориту натрію.

Знезаражування води електролітичним гіпохлоритом натрію є одним із видів хлорування. Однак поряд із великою бактерицидною активністю розчини електролітичного гіпохлориту натрію мають цінні технічні властивості. Вони стійкіші від розчинів інших гіпохлоритів, у тому числі й хлорного вапна, а значить можуть зберігатись більш тривалий час. Водні розчини гіпохлориту натрію не містять завислі речовини і не потребують освітлення [11].

#### ТП 10.2. Знезараження стічних вод в контактному резервуарі

Знезараження включає перебування води у контактному резервуарі, кількість яких обирається не менше ніж 2 споруди, час контакту складає 30 хвилин. З контактного резервуару відбираються проби і визначається загальне мікробіологічне число.

#### ПВ 11. Обробка осаду та надлишкового активного мулу

##### ПВ 11.1. Ущільнення НАМ

Надлишковий активний мул подають на мулоущільнювач. Ущільнений осад до вологості 97 – 98 % з нижньої частини мулоущільнювача надходить до метантенку.

##### ПВ 11.2. Анаеробне зброджування в метантенку

У метантенку проходить збродження осадів СВ при постійному підведенні теплоносія в мезофільному режимі (температура 35<sup>0</sup>С). В метантенк подається сирий осад з первинного відстійника та ущільнений НАМ. Газ, що утворився подається до ПВ 14, а зброджений осад до ПВ 11.3.

##### ПВ 11.3. Дегельмінтизація осаду

Дегельмінтизація рідких осадів, тобто знищення яєць гельмінтів, проводиться шляхом внесення в них гострої пари та перемішування з тим, щоб вся маса осадів прогрілася до температури 60-65<sup>0</sup>С [14].

					ЕКБ.БЕ5111.ДП	Лист
						25
Ізм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		

#### ПВ 11.4. Промивка осаду

Для зниження дози коагулянту запроектована попередня промивка осаду з метою видалення значної частини колоїдних і дрібно диспергованих частинок, а також зниження лужності осадів [15].

#### ПВ 11.5. Коагуляція осаду

Ефективною є обробка осадів послідовно хлорним залізом та гашеним вапном. Нейтралізуючи кислоти, які утворюються внаслідок гідролізу коагулянтів, гашене вапно вступає в хімічні реакції з кислотами та органічними речовинами, що містяться в осадах. При цьому в 2 рази скорочується витрата власне коагулянтів, припиняється гниття осаду й розповсюдження запахів [11].

#### ПВ 11.6. Зневоднення осаду на фільтр-пресі

Осад після коагуляції подають на фільтр-прес. Метою даної стадії є зниження вологості осаду до рівня 70-80% перед подальшим вивезенням. Фільтр-прес забезпечує ущільнення осаду до вологості 70%. Осад подається у фільтрувальні пластини, після чого пластини піддаються тиску в 1 МПа. Фільтрат, що утворився, повертається до приймальної камери, а зневоднений осад вивозиться з очисної станції [16].

ПВ 12. Підсушування зброженого осаду на аварійних мулових майданчиках.

На випадок несправності фільтр-преса проектують аварійні мулові майданчики. Аварійні мулові майданчики розраховані на відведення 20% річних відходів осаду.

Підсушений осад вивозиться, а дренажні води відправляються в голову очисної станції [17].

#### ПВ 13. Підсушування піску на піскових майданчиках

Піщана пульпа з ТП 6.2 подається на піскові майданчики, де підсушується. Дренажна вода насосами перекачується у голову очисних споруд, а висушений пісок вивозиться з очисної станції.

#### ПВ 14. Накопичення газу в газгольдері

Газ, що утворився в результаті анаеробного зброджування в метантенку накопичується в газгольдері, звідки надходить на використання.

ЕКБ.БЕ5111.ДП					Лист
					26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

### 3.3. Контроль виробництва

Таблиця 3.2. - Точки і параметри контролю виробництва

№	Назва стадії процесу, місце заміру параметра або відбору проби	Параметр, що контролюється	Частота контролю	Норми технологічного режиму та допустимі відхилення	Методи контролю	Метод контролю параметра, тип приладу
1	2	3	4	5	6	7
1	Попередньо очищені виробничі стічні води та стічні води міста	Витрати стічних вод, м <sup>3</sup> /добу	1 раз на добу	50000, $\delta = \pm 3\%$	K <sub>T</sub>	Акустичний витратомір ЕХО-Р-02, клас точності 3
		pH	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньодобова проба)	6,5-8,5 $\delta = \pm 0,05$	K <sub>x</sub>	Іономір лабораторний І-160. Клас точності 3.
		Масова концентрація завислих речовин, мг/дм <sup>3</sup>	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньодобова проба)	210,4 $\delta = \pm 10\%$	K <sub>x</sub>	КНД 211.1.4.039-95
		Температура, °C	Кожні 2 години, і 1 раз на добу (середньодобова проба)	Не більше 40, $\Delta = \pm 0,1^\circ\text{C}$	K <sub>T</sub>	МВВ № 081/12-0311-06 Термометр ц.п. 0,1C

1	2	3	4	5	6	7
		ПАР, мг/дм <sup>3</sup>	2 рази на тиждень	8,6 $\delta = \pm(15-30)\%$	K <sub>x</sub>	КНД 211.1.4.021-95
		БСК <sub>повн</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	2 рази на тиждень	254 $\Delta = \pm(2,4-4000)\%$	K <sub>x</sub>	КНД 211.1.4.024-95
2	Підготовка аераційного повітря	Робочий тиск нагнітання в повітрорудвці, МПа	1 раз за годину	0,16 $\delta = \pm 2,5\%$	K <sub>t</sub>	Манометр ОБМ1-100 Межа вимірювання 0-1 Клас точності 2,5
3	Підготовка гіпохлориду натрію	Масова концентрація гіпохлориду натрію, г/дм <sup>3</sup>	1 раз на годину	1,5-3 $\delta = \pm(10-15)\%$	K <sub>x</sub>	Концентрато-мір КОХ-1
4	Підготовка 5% розчину хлорного заліза	Масова концентрація хлорного заліза, мг/дм <sup>3</sup>	1 раз на годину	5 $\delta = \pm(10-15)\%$	K <sub>x</sub>	Концентрато-мір КОХ-1
5	Підготовка 10% розчину гідроксиду кальцію	Масова концентрація гідроксиду кальцію, мг/дм <sup>3</sup>	1 раз на годину	10 $\delta = \pm(10-15)\%$	K <sub>x</sub>	Концентрато-мір КОХ-1

1	2	3	4	5	6	7
5	Очищення на піскоуловлювачах	Масова концентрація піску та мінеральних домішок на вході мг/дм <sup>3</sup>	1 раз на добу	2,3 $\delta = \pm 5\%$	К <sub>Т</sub>	КНД 211.1.4.045-95
		Масова концентрація піску та мінеральних домішок на виході мг/дм <sup>3</sup>	1 раз на добу	0,8 $\delta = \pm 5\%$	К <sub>Т</sub>	КНД 211.1.4.045-95
5	Первинне відстоювання	Масова концентрація завислих речовин на вході мг/дм <sup>3</sup>	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньодобова проба)	227 $\delta = \pm 10\%$	К <sub>Т</sub>	КНД 211.1.4.039-95
		Масова концентрація завислих речовин на виході мг/дм <sup>3</sup>	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньодобова проба)	150 $\delta = \pm 10\%$	К <sub>Т</sub>	КНД 211.1.4.039-95
6	Біологічне очищення в аеротенку	Муловий індекс, см <sup>3</sup> /г	1 раз у добову зміну	Не менше 100, Не більше 120	К <sub>Т</sub>	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
		Доза активного мулу, г/дм <sup>3</sup>	3 рази на тиждень	3,5-4,0	К <sub>Т</sub>	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
		Температура, °С	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньодобова проба)	18-20 $\Delta = \pm 0,1\%$	К <sub>Т</sub>	МВВ № 081/12-0311-06 Термометр ц.п. 0,1С

1	2	3	4	5	6	7
		pH	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньодобова проба)	6,5-8,5 $\delta = \pm 0,1$	K <sub>x</sub>	МВВ № 081/12-0317-06 Іономір лабораторний І-160
7	Вторинне відстоювання	Вологість надлишкового активного мулу, %	3 рази на тиждень	99,2-99,7	K <sub>T</sub>	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
		Ступінь рециркуляції	4 рази на тиждень	0,3	K <sub>T</sub>	
8	Змішування очищеної води з хлорною водою	Доза активного хлору, мг/дм <sup>3</sup>	1 раз на добу	5	K <sub>x</sub>	Дозатор-витратомір 8010
9	Очищені стічні води міста і виробництва	Колі-індекс	1 раз на добу	<3	K <sub>мб</sub>	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
		Колі-титр, мл	1 раз на добу	<333	K <sub>мб</sub>	

1	2	3	4	5	6	7
		Масова концентрація хлору, г/дм <sup>3</sup>	2 рази на годину	2 $\delta = \pm(10-15)\%$	K <sub>x</sub>	Концентратомір КОХ-1
10	Перебування стічної води у контактному резервуарі	Вологість осаду, %	1 раз на тиждень	98	K <sub>T</sub>	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
		БСК <sub>п</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	2 рази на тиждень	6 $\Delta = \pm(2, 4-8)\%$	K <sub>x</sub>	КНД 211.1.4.024-95
		Масова концентрація завислих речовин, мг/дм <sup>3</sup>	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньодобова проба)	0,75 $\delta = \pm 10-18\%$	K <sub>x</sub>	КНД 211.1.4.039-95
11	Ущільнення осаду	Вологість осаду, %	1 раз на тиждень	96,7	K <sub>T</sub>	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд

1	2	3	4	5	6	7
12	Анаеробне зброджування	Вологість осаду, %	1 раз на тиждень	96	K <sub>т</sub>	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
		Температура, °C	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньодобова проба)	35	K <sub>т</sub>	МВВ № 081/12-0311-06 Термометр ц.п. 0,1C
		Мікроскопіювання осаду	1 раз в денну зміну	-	K <sub>мб</sub>	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
13	Дегельмінтизація	Температура, °C	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньодобова проба)	55-70 $\Delta = \pm 0,1\%$	K <sub>т</sub>	МВВ № 081/12-0311-06 Термометр ц.п. 0,1C
14	Промивка анаеробного зброджуваного осаду	Мікроскопіювання осаду	1 раз в денну зміну	-	K <sub>мб</sub>	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
15	Ущільнення осаду	Вологість осаду, %	1 раз на тиждень	96	K <sub>т</sub>	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд



1	2	3	4	5	6	7
14	Коагуляція і збільшення осаду	Доза хлорного заліза, %	1 раз на добу	2,8	K <sub>x</sub>	Дозатор-витратомір 8010
		Доза негашеного вапна, %	1 раз на добу	5,6	K <sub>x</sub>	Дозатор-витратомір 8010
15	Зневоднення осаду на фільтр-пресі	Робочий тиск нагнітання в повітродувці, МПа	1 раз за годину	0,0 67 $\delta = \pm 2, 5\%$	K <sub>T</sub>	Манометр ОБМ1-100 Межа вимірювання 0-1 Кластичності 2,5
		Вологість осаду, %	1 раз на тиждень	75-80	K <sub>T</sub>	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
16	Знаходження газу у газгольдері	Тиск, МПа	1 раз на 2 години	0,1 7	K <sub>T</sub>	Манометр ОБМ1-100 Межа вимірювання 0-1 Кластичності 2,5

### 3.4 Матеріальний баланс

На даній очисній каналізаційній станції для проведення процесу очищення стічних вод використовуються певні кількості реагентів, таких як хлор, негашене вапно та інші. Витрати та надходження матеріальних ресурсів та відповідності їх обсягів зображені в таблиці 3.3.

					ЕКБ.БЕ5111.ДП	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблиця 3.3. - Матеріальний баланс виробництва

Використано				Отримано			
Стадія	Назва сировини, матеріалів та напівпродуктів	Кількість		Стадія	Назва кінцевого продукту або напівпродукт, відходів та втрат	Кількість	
		кг	м <sup>3</sup>			кг	м <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8
ТП 6.1	Механічно очищена СВ		50000	ТП 6.1	СВ після пісковловлювачів		51797,5
	Дренажна і мулова вода		1800		Піщана пульпа	2,5	
	Всього		51800		Всього	2,5	51797,5
ТП 6.2	Механічно очищена СВ		51797,5	ТП 6.2	СВ після первинного відстійника		51696
					Сирий осад		101,5
Всього			51797,5	Всього			51696
ТП 6.3	Механічно очищена СВ		51696	ТП 6.3	Біологічно очищена СВ		52816
	Рецеркуляційний активний мул		1120				
Всього			52816	Всього			82050,48
ТП 7	Біологічно очищена СВ		52816	ТП 7	Очищена СВ		51309,5
					Надлишковий активний мул		386,5
					Рецеркуляційний активний мул		1120
Всього			52816	Всього			52816
ПВ 10	Очищена вода		51309,5	ПВ 10	Очищена вода		51309,5
	Гіпохлорит кальцію		12558,5				
Всього			63868	Всього			51309,5

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЕКБ.БЕ5111.ДП

Лист

34

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5	6	7	8
ПВ 10.1	Надлишковий активний мул		386,5	ПВ 10.1	Мулова вода		45,3
					Надлишковий активний мул		341,2
	Всього		386,5		Всього		386,5
ПВ 11.2	Пара		1002	ПВ 11.2	Біогаз		3828
	Сирий осад		101,5		Осад		80,5
	Надлишковий активний мул		341,2		Зброджений активний мул		339
	Всього		1444,7		Всього		4275,5
ПВ 11.3	Очищена вода		1700	ПВ 11.3	Мулова вода		1491,7
	Зброджений активний мул та осад		339		Ущільнений мул та осад		547,3
Всього			2039	Всього			2039
ПВ 11.5	Коагулянт		526	ПВ 11.5	Зкоагульований мул та осад		1073,3
	Ущільнений мул та осад		547,3				
Всього			1073,3	Всього			1073,3
ПВ 11.6	Зкоагульований мул та осад		1073,3	ПВ 11.6	Фільтрат		399,3
					КЕК		674
Всього			1073,3	Всього			1073,3
ПВ 12	Осад		21,48	ПВ 12	Дренажна вода		17
	КЕК		674		Осад		678,48
Всього			695,48	Всього			695,48

Продовження таблиці 3.3

ПВ 13	Піщана пульпа	2,5		ПВ 13	Пісок на вивезення	2,5	
Всього		2,5		Всього		2,5	
ПВ14	Біогаз		3828	ПВ14	Пара		1002
Всього			3828	Всього			1002

## РОЗДІЛ 4. ВИБІР І ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЛАДНАННЯ

### 4.1. Розрахункові витрати концентрації забруднень стічних вод

Згідно завдання середня витрата стічних вод міста і підприємства складає:  $Q_{\text{сеп.доб}} = 50000 \text{ м}^3 / \text{доб.}$

Із них господарсько-побутові СВ від населення міста складають:  $Q_{2-n}^{\text{доб}} = 48000 \text{ м}^3 / \text{доб.}$  Тоді  $Q_{\text{III}}^{\text{доб}} = 2000 \text{ м}^3 / \text{доб.}$

Середньогодинна витрата стічних вод:

$$Q_{\text{сеп.год}} = \frac{Q_{\text{сеп.доб}}}{24} = \frac{50000}{24} = 2083 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

Середньосекундна витрата стічних вод:

$$Q_{\text{сеп.с.}} = \frac{Q_{\text{сеп.доб}}}{24 \cdot 3600} = \frac{50000}{24 \cdot 3600} = 0,579 \text{ м}^3 / \text{с.}$$

Середньосекундна витрата в  $\text{дм}^3$  становить:

$$q_{\text{сеп.с.}} = Q_{\text{сеп.с.}} \cdot 1000 = 0,579 \cdot 1000 = 579 \text{ дм}^3 / \text{с.}$$

Максимальна та мінімальні секундні витрати стічних вод становлять:

$$q_{\text{max.с.}} = K_{\text{max}} \cdot q_{\text{сеп.с.}} = 1,495 \cdot 579 = 866 \text{ дм}^3 / \text{с.},$$

$$q_{\text{min.с.}} = K_{\text{min}} \cdot q_{\text{сеп.с.}} = 0,665 \cdot 579 = 385 \text{ дм}^3 / \text{с.},$$

де  $q_{\text{сеп.с.}}$  – середньосекундна витрата господарсько-побутових стічних вод,  $\text{м}^3/\text{доб.}$ ;  $K_{\text{max}}$  – коефіцієнта нерівномірності водовідведення.

Максимальна витрата стічних вод [19]:

$$Q_{\text{max}} = 3,6 \cdot q_{\text{max.с.}} = 3,6 \cdot 866 = 3118 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

### Розрахункові концентрації забруднень СВ

Концентрація забруднень господарсько-побутових стічних вод визначається за формулою:

$$C = \frac{a \cdot N}{Q_{\text{поб}}}, \text{ мг} / \text{дм}^3,$$

де  $a$  – кількість забруднюючих речовин на одного жителя,  $\text{г}/\text{доб.}$ , яка приймається: 65  $\text{г}/\text{доб.}$  завислих речовин, 75  $\text{г}/\text{доб.}$  – БСК<sub>повн.</sub>, 2,5  $\text{г}/\text{доб.}$  – ПАР;  $N$

					ЕКБ.БЕ5111.ДП	Лист
						37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

– кількість жителів міста, визначається з врахуванням норми водовідведення –  $300 \text{ дм}^3/\text{доб} \cdot \text{люд.}$ ;  $Q_{\text{ноб}}$  – витрата господарсько-побутових стічних вод,  $\text{м}^3/\text{доб}$ .

$$\text{Кількість жителів міста становить: } N = \frac{Q_{\text{сер.доб}}^{\text{ноб}}}{a} = \frac{48000}{300} = 160000 \text{ чол.}$$

Концентрація завислих речовин у господарсько-побутових стічних водах:

$$C_{\text{ЗР}} = \frac{a_{\text{ЗР}} \cdot N}{Q_{\text{ноб}}} = \frac{65 \cdot 160000}{48000} = 216,7 \text{ мг} / \text{дм}^3.$$

Концентрація органічних речовин за БСК<sub>повн</sub> у господарсько-побутових стічних водах:

$$C_{\text{БСК}} = \frac{a_{\text{БСК}} \cdot N}{Q_{\text{ноб}}} = \frac{75 \cdot 160000}{48000} = 250,0 \text{ мг} / \text{дм}^3.$$

Концентрація ПАР у господарсько-побутових стічних водах:

$$C_{\text{ПАР}} = \frac{a_{\text{ПАР}} \cdot N}{Q_{\text{ноб}}} = \frac{2,5 \cdot 160000}{48000} = 8,3 \text{ мг} / \text{дм}^3.$$

Концентрація забруднень у суміші господарсько-побутових та виробничих стічних вод визначається за формулою:

$$C_{\text{сум}} = \frac{C_{\text{ноб}} \cdot Q_{\text{ноб}} + C_{\text{вир}} \cdot Q_{\text{вир}}}{Q_{\text{ноб}} + Q_{\text{вир}}}, \text{ мг} / \text{дм}^3,$$

де  $C_{\text{вир}}$  – концентрація забруднень у виробничих стічних водах після їх очищення на локальних очисних спорудах,  $\text{мг} / \text{дм}^3$ ;  $Q_{\text{вир}}$  – витрата виробничих стічних вод,  $\text{м}^3/\text{доб}$ .

Концентрація завислих речовин у суміші стічних водах:

$$C_{\text{ЗР}}^{\text{сум}} = \frac{C_{\text{ЗР}} \cdot Q_{\text{ноб}} + C_{\text{ЗР}}^{\text{вир}} \cdot Q_{\text{вир}}}{Q_{\text{ноб}} + Q_{\text{вир}}} = \frac{216,7 \cdot 48000 + 60 \cdot 2000}{50000} = 210,4 \text{ мг} / \text{дм}^3.$$

Концентрація органічних речовин за БСК<sub>повн</sub> у суміші стічних водах:

$$C_{\text{БСК}}^{\text{сум}} = \frac{C_{\text{БСК}} \cdot Q_{\text{ноб}} + C_{\text{БСК}}^{\text{вир}} \cdot Q_{\text{вир}}}{Q_{\text{ноб}} + Q_{\text{вир}}} = \frac{250 \cdot 48000 + 350 \cdot 2000}{50000} = 254 \text{ мг} / \text{дм}^3.$$

Концентрація ПАР у суміші стічних водах [19]:

$$C_{\text{ПАР}}^{\text{сум}} = \frac{C_{\text{ПАР}} \cdot Q_{\text{ноб}} + C_{\text{ПАР}}^{\text{вир}} \cdot Q_{\text{вир}}}{Q_{\text{ноб}} + Q_{\text{вир}}} = \frac{8,3 \cdot 48000 + 15 \cdot 2000}{50000} = 8,6 \text{ мг} / \text{дм}^3.$$

					ЕКБ.БЕ5111.ДП	Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 4.2. Розрахунки необхідного ступеня очищення стічних вод

### Нормативи якості води у водоймі

Норми якості води обираються відповідно до виду водокористування водойми, яке за завданням рибогосподарського призначення (згідно з «Правилами охорони поверхневих вод»).

У розрахунковому створі за течією річки повинні забезпечуватися наступні показники якості води:

- завислі речовини  $< 0,75 \text{ мг/дм}^3$ ;
- біохімічна потреба в кисні –  $3 \text{ мг/дм}^3$  при температурі  $20^\circ\text{C}$ ;
- розчинений кисень –  $4 \text{ мг/дм}^3$  [18].

### Розрахунковий коефіцієнт змішування стічних вод з водою річки

Розраховується за методом Фролова-Родзілера.

Коефіцієнт турбулентної дифузії, який показує змішування стічної води з водою річки, визначається за формулою:

$$E = \frac{V_{\text{сер}} \cdot H_{\text{сер}}}{200} = \frac{2,6 \cdot 2,8}{200} = 0,036,$$

де  $V_{\text{сер}}$  – середня швидкість течії води в річці між випуском стічних вод і розрахунковим створом і становить  $2,6 \text{ м/с}$ ;  $H_{\text{сер}}$  – середня глибина річки на тій же ділянці і становить  $2,8 \text{ м}$ .

Коефіцієнт, що враховує гідравлічні умови змішування стічних вод з водою річки, визначається за формулою:

$$\alpha = \varphi \cdot \xi \cdot \sqrt[3]{\frac{E}{Q_{\text{сер.с.}}}} = 1,8 \cdot 1,5 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,036}{0,579}} = 1,070,$$

де  $\varphi$  – коефіцієнт звивистості річки, рівний відношенню відстані по фарватеру від місця випуску стічних вод до розрахункового створу до відстані між цими пунктами по прямій і становить  $1,8$ ;  $\xi$  – коефіцієнт, що залежить від місця і конструкції випуску стічних вод у водойму при русловому випуску –  $1,5$ ;  $q$  – середньосекундна витрата стічних вод, що скидаються у водойму дорівнює

					ЕКБ.БЕ5111.ДП	Лист
						39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

0,579 м<sup>3</sup>/с. Коефіцієнт змішування стічних вод з річковою водою визначається за формулою:

$$\gamma = \frac{1 - e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}}{1 + \left( \frac{Q}{Q_{\text{сеп.с.}}} \right) e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}} = \frac{1 - e^{-1,070 \sqrt[3]{4200}}}{1 + \left( \frac{23}{0,579} \right) e^{-1,070 \sqrt[3]{4200}}} = 0,999$$

де L – відстань по фарватеру річки від місця випуску стічних вод до розрахункового створу, згідно завдання – 4200 м; Q – розрахункова витрата води в річці при 95% забезпеченості, згідно завдання – 23 м<sup>3</sup>/с; q – середньосекундна витрата стічних вод, що скидаються у водойму, 0,579 м<sup>3</sup>/с [19].

### Необхідний ступінь очищення стічних вод

Гранично-допустима концентрація завислих речовин в очищеній стічній воді, що скидається у водойму, становить:

$$C_{\text{ГДС}}^{\text{ЗР}} = p \cdot \left( \frac{\gamma \cdot Q}{Q_{\text{сеп.с.}}} + 1 \right) + C_{\phi} = 0,25 \cdot \left( \frac{0,999 \cdot 23}{0,579} + 1 \right) + 20 = 30,2 \text{ мг/дм}^3$$

де p – приріст концентрації завислих речовин у водоймі після випуску стічних вод, мг/дм<sup>3</sup> (0,25 г/м<sup>3</sup>); C<sub>φ</sub> – фонові концентрації завислих речовин у воді річки до місця випуску стічних вод, мг/дм<sup>3</sup> (20 мг/дм<sup>3</sup>).

Допустиме значення БСК<sub>повн</sub> стічних вод, що скидаються у водойму:

$$C_{\text{ГДС}}^{\text{БСК}} = \frac{\gamma \cdot Q}{Q_{\text{сеп.с.}}} \cdot \left( \frac{C_{\text{ГДС}}^{\text{БСК}}}{10^{-k \cdot t}} - C_{\phi}^{\text{БСК}} \right) + \frac{C_{\text{ГДС}}^{\text{БСК}}}{10^{-k \cdot t}} =$$

$$= \frac{0,999 \cdot 23}{0,579} \cdot \left( \frac{3}{10^{-0,120,019}} - 3 \right) + \frac{3}{10^{-0,120,019}} = 3,642 \text{ мг/дм}^3,$$

де C<sub>ГДС</sub><sup>БСК</sup> – значення БСК<sub>повн</sub>, яке повинно бути досягнуто в процесі очищення стічних вод, мг/дм<sup>3</sup>; C<sub>ГДС</sub><sup>БСК</sup> – гранично-допустиме значення БСК<sub>повн</sub> у розрахунковому створі річки, мг/дм<sup>3</sup>; C<sub>φ</sub><sup>БСК</sup> – фонове значення БСК<sub>повн</sub> у воді річки до місця випуску стічних вод, 20 мг/дм<sup>3</sup> згідно завдання; k – константа швидкості споживання кисню у суміші річкової та стічних вод, 0,12 доба<sup>-1</sup>; t – тривалість переміщення води від місця випуску до розрахункового створу становить:

					ЕКБ.БЕ5111.ДП	Лист
						40
Ізм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		



$$t = \frac{L}{V_{\text{сеп}} \cdot 24 \cdot 3600} = \frac{4200}{2,6 \cdot 24 \cdot 3600} = 0,019 \text{ доб},$$

де  $L$  – відстань по фарватеру річки від місця випуску стічних вод до розрахункового створу, 4200 м згідно завдання;  $V_{\text{сеп}}$  – середня швидкість течії води в річці між випуском стічних вод і розрахунковим створом, 2,6 м/с згідно завдання.

Розрахунок допустимого БСК<sub>повн</sub> стічних вод, що скидаються у водойму, за розчиненим у воді киснем, без урахування поверхневої реаерації водойми. Потрібна концентрація розчиненого кисню у воді річки для літніх умов буде забезпечена, якщо БСК<sub>повн</sub> стічних вод не буде перевищувати величину:

$$\begin{aligned} C_{\text{ГДС}}^{O_2} &= \frac{\gamma \cdot Q}{0,4 \cdot Q_{\text{сеп.с.}}} \cdot (O_{\phi} - 0,4 \cdot C_{\phi}^{\text{БСК}} - O_{\min}) - \frac{O_{\min}}{0,4} = \\ &= \frac{0,999 \cdot 23}{0,4 \cdot 0,579} \cdot (7,0 - 0,4 \cdot 3 - 4) - \frac{4}{0,4} = 168,6 \text{ мг/дм}^3, \end{aligned}$$

де  $C_{\text{ГДС}}^{O_2}$  – БСК<sub>повн</sub> стічних вод, яке потрібно досягнути в процесі очищення, мг/дм<sup>3</sup>;  $O_{\phi}$  – фонові концентрації розчиненого кисню у воді річки до місця випуску стічних вод, 7,0 мг/дм<sup>3</sup> згідно завдання;  $O_{\min}$  – найменша концентрація розчиненого кисню, яка повинна бути забезпечена у водоймі, 4 мг/дм<sup>3</sup>;  $C_p^{\text{БСК}}$  – фонові значення БСК<sub>повн</sub> у воді річки до місця випуску стічних вод, 3,0 мг/дм<sup>3</sup> згідно завдання; 0,4 – коефіцієнт для перерахунку БСК<sub>повн</sub> у БСК<sub>2</sub>.

За розрахункові значення БСК<sub>повн</sub> приймаємо менше з двох отриманих у попередніх розрахунках. Отримані значення концентрації завислих речовин (30,2 мг/дм<sup>3</sup>) свідчить про достатність повного біологічного очищення, тоді як значення БСК<sub>повн</sub> (3,6 мг/дм<sup>3</sup>) свідчить про потребу у доочищенні, бо повне біологічне очищення дозволяє досягти значень БСК<sub>повн</sub>=15 мг/дм<sup>3</sup>,  $C_{\text{зр}}=15$  мг/дм<sup>3</sup>. Отже, необхідно спроектувати споруди для доочищення стічних вод, для цього рекомендується використати, наприклад, біологічні ставки [19].

#### 4.3. Вибір технології біологічного очищення стічних вод міста та хутряної фабрики

					ЕКБ.БЕ5111.ДП	Лист
						41
Ізм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		

1 – механічне очищення на решітках; 2 – пісковловлювачі; 3 – первинний відстійник; 4 – аеротенк; 5 – вторинний відстійник; 6 – біологічні ставки; 7 – змішувач води з хлором; 8 – контактний резервуар; 9 – відходи, які затримуються на решітках; 10 – піщана пульпа; 11 – піскові майданчики; 12 – осад із первинних відстійників; 13 – активний мул; 14 – надлишковий АМ; 15 – рециркуляційний АМ; 16 – осад, утворений в контактних резервуарах; 17 – мулоущільнювач; 18 – метантенк; 19 – ущільнений АМ; 20 – мулова вода; 21 – фільтр-прес; 22 – осад зброджений; 23 – механічно зневоднений осад; 24 – газгольдер; 25 – фільтрат; 26 – аварійні мулові майданчики; 27 – зброджений осад; 28 – вивезення осаду; 29 – вивіз піску;  $R_1$  – гіпохлорид натрію;  $R_2, R_3$  – коагулянти та флокулянти для покращення відділення вологи з осаду;  $\Gamma_1$  – газ низького тиску; НС – насосна станція;  $T_1$  – теплова енергія.

Суміш стічних вод надходить з приймальної камери до механічних решіток, в яких відбувається затримання та вилучення грубодисперсних

частинок. Затримані частинки видаляють та вивозять з очисної станції. Далі стічна вода проходить через пісковловлювачі, призначені для видалення із загальної водяної маси важких мінеральних домішок. Пісковловлювачі зазвичай встановлюють після механічних решіток. Пісок, який осів в пісковловлювачах, у вигляді піщаної пульпи видаляється та транспортується на піскові майданчики, що обладнані дренажною системою для відведення води. З піскових майданчиків пісок вивозиться з очисної станції, а дренажна вода повертається в голову очисної станції. Механічне очищення завершується надходженням стічної води до первинних відстійників, в яких завислі речовини видаляються шляхом гравітаційного відстоювання [11].

Після механічної очистки стічна вода надходить в аеротенк-витиснювач, в якому відбувається біологічне очищення стічних вод за допомогою мікроорганізмів активного мулу. В аеротенках пропонується створювати анаеробні та аеробні зони для проведення спочатку процесів нітрифікації, а потім денітрифікації і дефосфорації. Справа в тому, що в процесі біологічної очистки азот зі стічних вод видаляється в атмосферу у вигляді молекул  $N_2$  в той час як фосфор може переходити з водної фази тільки в склад мікроорганізмів. Також можна врахувати як безперечний факт те, що для підвищення ступеня очистки стічних вод від азоту і фосфору необхідно підвищувати коефіцієнт рециркуляції активного мулу в аеротенках до 0,5 і вище.

Суміш стічної води і активного мулу з аеротенка надходить у вторинні відстійники, де очищена стічна вода відділяється від активного мулу шляхом відстоювання. Очищена стічна вода направляється на доочищення в біологічних ставках, а активний мул видаляється із вторинного відстійника. Приріст мікроорганізмів активного мулу видаляється з системи біологічного очищення у вигляді надлишкового активного мулу [20].

Після доочищення стічна вода надходить на знезараження хлорною водою, після якого вже повністю очищена стічна вода скидається в річку.

Також дана технологія передбачає наявність аварійних мулових майданчиків, які можуть бути використані в разі несправності фільтр-преса. На аварійні мулові майданчики відводиться 20 % річних витрат осаду [17].

ЕКБ.БЕ5111.ДП					Лист
					43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

#### 4.4. Розрахунок основних очисних споруд

##### Розрахунок первинних відстійників

Тип відстійника – радіальний – визначається в залежності від пропускної здатності очисних споруд.

Ефективність  $E_{set}$  відстоювання обумовлюється тим, що на біологічне очищення рекомендується подавати воду з вмістом завислих речовин, який не перевищує 150 мг/дм<sup>3</sup>. Ефективність видалення завислих речовин у первинних відстійниках обчислюється за формулою:

$$E_{set} = \frac{C_{zp}^n - C_{zp}^k}{C_{zp}^n} \cdot 100\% = \frac{210,4 - 150}{210,4} \cdot 100 = 28,7\%,$$

де  $C_{zp}^n$  - початкова концентрація завислих речовин на вході в споруду, мг/дм<sup>3</sup>;  $C_{zp}^k$  - концентрація завислих речовин на виході зі споруди, мг/дм<sup>3</sup>.

Тривалість відстоювання стічних вод, при якій забезпечується необхідний ефект прояснення стічних вод становить:  $t_{set}=459$ с.

Гідравлічна крупність частинок, які будуть затримуватись у первинних відстійниках, становить:

$$U_o = \frac{1000 \cdot K_{set} \cdot H_{set}}{\alpha \cdot t_{set} \cdot \left( \frac{K_{set} \cdot H_{set}}{h} \right)^{n_2}} = \frac{1000 \cdot 0,45 \cdot 3,0}{1,0 \cdot 459 \cdot \left( \frac{0,45 \cdot 3,0}{0,5} \right)^{0,21}} = 3,19 \text{ мм/с},$$

де  $K_{set}$  – коефіцієнт використання зони об'єму, залежить від типу відстійника і становить 0,45;  $H_{set}$  – робоча глибина відстійника 3 м, залежить від типу відстійника;  $\alpha$  – коефіцієнт, що враховує температуру СВ і становить 1,0;  $t_{set}$  – тривалість відстоювання, 453 с;  $h$  – висота циліндра, 0,5 м;  $n_2$  – показник степеня, який залежить від агломерації частинок і становить 0,21.

Визначаємо продуктивність первинного відстійника. Для радіального та вертикального типу відстійників:

$$q_{set} = 2,8 \cdot K_{set} \cdot (D^2 - d^2) (U_o - v) = 2,8 \cdot 0,45 \cdot (18^2 - 1,4^2) (3,19 - 0) = 1294 \text{ м}^3 / \text{год},$$

де  $D$  – діаметр відстійника, 18 м;  $d$  – діаметр розподільного пристрою радіального відстійника, 1,4 м;  $v$  – турбулентна складова приймається в залежності від швидкості руху стічних вод у споруді 0 мм/с.

					ЕКБ.БЕ5111.ДП	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

При визначенні розмірів відстійників доцільно орієнтуватися на розміри типових споруд. Кількість відстійників повинна бути не менша двох. Кількість первинних відстійників визначається за формулою:

$$N = \frac{Q_{\max}}{q_{\text{set}}} = \frac{3118}{1294} = 2,4 \text{ шт.},$$

де  $Q_{\max}$  – максимальна витрата суміші стічних вод,  $\text{м}^3/\text{год}$ .

Приймаємо 3 первинних радіальних відстійника діаметром 18м.

Розраховуємо фактичну продуктивність одного відстійника діаметром 18м:

$$q_{\phi} = \frac{Q_{\max}}{N_{\phi}} = \frac{3118}{3} = 1039,3 \text{ м}^3 / \text{год}.$$

Фактична гідравлічна крупність затриманих частинок становить:

$$U_o^{\phi} = \frac{q_{\phi}}{2,8 \cdot K_{\text{set}} \cdot (D^2 - d^2)} = \frac{1039,3}{2,8 \cdot 0,45 \cdot (18^2 - 1,4^2)} = 2,56 \text{ мм/с}.$$

Фактична тривалість перебування стічних вод у первинному відстійнику становить:

$$t_{\text{set}}^{\phi} = \frac{1000 \cdot K_{\text{set}} \cdot H_{\text{set}}}{U_o^{\phi} \cdot \alpha \cdot \left( \frac{K_{\text{set}} \cdot H_{\text{set}}}{h} \right)^{n_2}} = \frac{1000 \cdot 0,45 \cdot 3,0}{2,56 \cdot 1,0 \cdot \left( \frac{0,45 \cdot 3,0}{0,5} \right)^{0,21}} = 428 \text{ с}.$$

Фактична ефективність прояснення стічних вод при  $C_{\text{поч}}$  і  $t_{\text{set}}^{\phi}$  становить  $E^{\phi} = 30 \%$ .

При отриманому  $E^{\phi}$  концентрація завислих речовин:

$$C_{\text{зр}}^{\kappa, \phi} = C_{\text{зр}}^n - \frac{E^{\phi} \cdot C_{\text{зр}}^n}{100} = 210,4 - \frac{30 \cdot 210,4}{100} = 147,3 \text{ мг / дм}^3.$$

Маса сухої речовини осаду, що затримується у первинних відстійниках, становить:

$$M_{\text{ос}} = \frac{(C_{\text{зр}}^n - C_{\text{зр}}^{\kappa, \phi}) \cdot Q_{\text{сер.доб}} \cdot K}{10^6} = \frac{(210,4 - 147,3) \cdot 50000 \cdot 1,2}{10^6} = 3,8 \text{ т / добу},$$

де  $Q_{\text{сер.доб}}$  – витрата стічних вод,  $50000 \text{ м}^3/\text{доб}$ ;  $K=1,2$  – коефіцієнт, що враховує збільшення об'єму осаду за рахунок крупних часток зависі, які не виявляються при відборі проб для аналізу.

					Лист	
					45	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЕКБ.БЕ5111.ДП	

Добовий об'єм осаду:

$$V = \frac{100 \cdot M_{oc}}{100 - W_{oc}} = \frac{100 \cdot 3,8}{100 - 95} = 76 \text{ м}^3,$$

де  $W_{oc}$  – вологість осаду, 95 % [19].

### Розрахунок аеротенка

Значення  $БСК_{повн}$  стічних вод, які надходять в аеротенк, становить  $254 \text{ мг/дм}^3$ . При концентрації  $БСК_{повн} < 500 \text{ мг/дм}^3$  приймається аеротенк-витиснювач з регенерацією активного мулу ( $БСК_{повн} > 150 \text{ мг/дм}^3$ ).

Попередньо приймається доза активного мулу в зоні аерації в межах  $2-4,5 \text{ г/дм}^3$  та значення мулового індексу  $70-100 \text{ см}^3/\text{г}$ . Для прийнятих значень визначається ступінь рециркуляції активного мулу:

$$R = \frac{a_a}{\frac{1000}{J} - a_a} = \frac{4}{\frac{1000}{95} - 4} = 0,63,$$

де  $a_a$  – доза мулу, що дорівнює  $4 \text{ г/дм}^3$ ;  $J$  – муловий індекс, який становить  $95 \text{ см}^3/\text{г}$ .

Значення  $R$ , при видаленні активного мулу з вторинних відстійників за допомогою мулососів має бути не менше  $0,3$ , тому для подальших розрахунків приймається  $R=0,63$ .

Доза активного мулу в регенераторі визначається за формулою:

$$a_p = a_a \cdot \left( \frac{1}{2R} + 1 \right) = 4 \cdot \left( \frac{1}{2 \cdot 0,63} + 1 \right) = 7,22 \text{ г/дм}^3.$$

Концентрація органічних забруднень за  $БСК_{повн}$  в суміші стічних вод та циркуляційного активного мулу визначається за формулою:

$$L_{\text{сум}} = \frac{C_{\text{сум,БСК}}^a + C_{\text{БСК}}^k \cdot R}{1 + R} = \frac{225 + 15 \cdot 0,63}{1 + 0,63} = 144 \text{ мг/дм}^3,$$

де  $C_{\text{сум,БСК}}^a$  – показник  $БСК_{повн}$  стічних вод, що надходять в аеротенк, з врахуванням зниження БСК після первинного відстоювання на  $10-15\%$ ,  $\text{мг/дм}^3$  і становить  $225 \text{ мг/дм}^3$ ;  $C_{\text{БСК}}^k$  – показник  $БСК_{повн}$  в очищеній воді після повного біологічного очищення  $15 \text{ мг/дм}^3$ .

Тривалість обробки стічних вод в аеротенку визначається за формулою:					Лист
ЕКБ.БЕ5111.ДП					46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

$$t_a = \frac{2,5}{\sqrt{a_a}} \cdot \lg \frac{L_{\text{сум}}}{C_{\text{БСК}}^{\kappa}} = \frac{2,5}{\sqrt{4}} \cdot \lg \frac{144}{15} = 1,2 \text{ год}$$

Питома швидкість окиснення забруднень активним мулом визначається за формулою:

$$\rho = \rho_{\text{max}} \frac{C_{\text{БСК}}^{\kappa} \cdot C_o}{C_{\text{БСК}}^{\kappa} \cdot C_o + K_L \cdot C_o + K_o \cdot C_{\text{БСК}}^{\kappa}} \cdot \frac{1}{1 + \varphi \cdot a_p} =$$

$$85 \frac{15 \cdot 2}{15 \cdot 2 + 33 \cdot 2 + 0,625 \cdot 15} \cdot \frac{1}{1 + 0,07 \cdot 7,2} = 16,1 \frac{\text{мг}}{\text{г} \cdot \text{год}},$$

де  $\rho_{\text{max}} = 85$  мг/(г·год) – максимальна швидкість окиснення стічних вод;  $C_o$  – концентрація розчиненого кисню в муловій суміші, яка приймається 2 мг/дм<sup>3</sup>;  $K_L$  – константа, яка характеризує властивості органічних забруднень, складає 33 мг·БПК<sub>повн</sub>/дм<sup>3</sup>;  $K_o$  – константа, яка характеризує вплив кисню, становить 0,625 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>;  $\varphi$  – коефіцієнт інгібування продуктами розпаду активного мулу, складає 0,07 дм<sup>3</sup>/г.

Тривалість окиснення органічних забруднень визначається за формулою:

$$t_o = \frac{C_{\text{сум, БСК}}^a - C_{\text{БСК}}^{\kappa}}{a_p (1 - S) \cdot \rho \cdot R} \cdot \frac{15}{T_{\text{сер.р}}} = \frac{225 - 15}{7,2(1 - 0,3) \cdot 16,1 \cdot 0,63} \cdot \frac{15}{24} = 2,6 \text{ год},$$

де  $S$  – зольність активного мулу, приймається 0,3;  $T_{\text{сер.р}}$  – середньорічна температура стічних вод, становить 24°C.

Тривалість регенерації активного мулу:

$$t_p = t_o - t_a = 2,6 - 1,2 = 1,4 \text{ год}$$

Середня тривалість перебування стічних вод в системі аеротенк-регенератор буде дорівнювати:

$$t_{\text{сер}} = (1 + R) \cdot t_a + t_p \cdot R = (1 + 0,63) \cdot 1,2 + 0,63 \cdot 1,4 = 2,8 \text{ год}$$

Середня доза активного мулу в системі аеротенк-регенератор визначається за формулою:

$$a_{\text{сер}} = \frac{a_a (1 + R) \cdot t_a + a_p \cdot R \cdot t_p}{t_{\text{сер}}} = \frac{4(1 + 0,63) \cdot 1,2 + 7,2 \cdot 0,63 \cdot 1,4}{2,8} = 5,12 / \text{дм}^3.$$

Навантаження на активний мул при прийнятих вихідних даних буде складати:

					ЕКБ.БЕ5111.ДП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

$$q_m = \frac{24(C_{\text{сум.БСК}}^a - C_{\text{БСК}}^k)}{a_{\text{сеп}} \cdot (1-S) \cdot t_{\text{сеп}}} = \frac{24(225-15)}{5,1 \cdot (1-0,3) \cdot 2,8} = 504 \text{ м}^3/\text{г} \cdot \text{добу}.$$

З урахуванням навантаження на активний мул визначається фактичне значення мулового індексу, згідно, яке становить:  $I_\phi = 96,4 \text{ см}^3/\text{г}$ .

При фактичному значення мулового індексу ступінь рециркуляції становитиме:

$$R^\phi = \frac{a_a}{\frac{1000}{I_\phi} - a_a} = \frac{4}{\frac{1000}{96,4} - 4} = 0,627,$$

Розрахунок вважається завершеним, коли нове значення  $R_\phi$  не перевищує попереднього або відрізняється від нього в межах точності розрахунку 5%. Отже, приймається  $R=0,627$ .

Робочий об'єм аеротенка та регенератора визначається за формулами:

$$W_a = (1 + R) \cdot t_a \cdot Q_{\text{max}} = (1 + 0,63) \cdot 1,2 \cdot 3118 = 6100 \text{ м}^3;$$

$$W_p = t_p \cdot R \cdot Q_{\text{max}} = 1,4 \cdot 0,63 \cdot 3118 = 2750 \text{ м}^3,$$

де  $Q_{\text{max}}$  – максимальна витрата суміші стічних вод,  $\text{м}^3/\text{год}$ .

Загальний об'єм становить:

$$W = W_a + W_p = 6100 + 2750 = 8850 \text{ м}^3.$$

Об'єм однієї секції складає:

$$W_1 = \frac{W}{N} = \frac{8850}{2} = 4425 \text{ м}^3.$$

Приймається 2 секції трьохкоридорного аеротенку з робочою глибиною  $H=5\text{м}$ ; шириною коридору  $B=6\text{м}$ ; номер типового проекту 902-2-193 [21].

Довжина секції становить:

$$L = \frac{W}{B \cdot H \cdot N \cdot n_k} = \frac{8850}{6 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 3} = 49,2 \text{ м},$$

де  $N$  – кількість секцій аеротенка, шт.;  $n_k$  – кількість коридорів у секції, шт.

Визначається розподіл рециркуляційного активного мулу зі співвідношення:

$$\frac{W_p}{W} = \frac{2750}{8850} \cdot 100 = 31,1\%.$$

					ЕКБ.БЕ5111.ДП	Лист
						48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Відводиться 2 секції на влаштування аеротенку і 1 секція на регенератор. Аеротенки обладнуються системою аерації. Приймається дрібнобульбашкова система аерації, її розрахунок полягає у визначенні питомої витрати повітря на аерацію, яка визначається за формулою:

$$q_{нов} = \frac{q_o \cdot (C_{сум}^{блк} - L_w)}{K_1 K_2 K_3 K_T (C_a - C_o)} = \frac{1,1 \cdot (225 - 15)}{1,68 \cdot 2,68 \cdot 0,85 \cdot 1,08 \cdot (10,3 - 2)} = 6,7 \text{ м}^3/\text{м}^3,$$

де  $q_o$  – питома витрата кисню повітря, що приймається при повному біологічному очищенні  $1,1 \text{ мг/дм}^3$ ;  $K_1$ – коефіцієнт, який враховує тип аератора і приймається для дрібнобульбашкової аерації в залежності від співвідношення площі аерованої зони та аеротенка становить,  $1,68$ ;  $K_2$  – коефіцієнт, який залежить від глибини занурення аераторів –  $2,68$ ;  $K_3$ – коефіцієнт якості води для міських стічних вод –  $0,85$ ;  $K_T$  – коефіцієнт, що враховує температуру стічних вод, який визначається в залежності від середньомісячної температури стічних вод ( $T_{сер.р}$ ) за виразом:

$$K_T = 1 + 0,02 \cdot (T_{сер.р} - 20) = 1 + 0,02 \cdot (24 - 20) = 1,08,$$

де  $C_a$  – розчинність кисню повітря у воді, яка визначається в залежності від глибини занурення аераторів ( $h_a$ ) за формулою:

$$C_a = (1 + \frac{h_a}{20,6}) \cdot C_T = (1 + \frac{5}{20,6}) \cdot 8,33 = 10,3 \text{ мг/дм}^3,$$

де  $C_T$ – розчинність кисню у воді в залежності від температури та атмосферного тиску, становить  $8,33 \text{ мг/дм}^3$ ;  $C_o$ – середня концентрація кисню в аеротенку, яку приймають  $2 \text{ мг/дм}^3$ .

Інтенсивність аерації мулової суміші в аеротенку визначається за формулою:

$$I = \frac{q_{нов} \cdot H}{t_{сее}} = \frac{6,7 \cdot 5}{2,8} = 12 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год}),$$

де  $H$  – глибина аеротенка, м.

В регенераторах рекомендується приймати кількість аераторів у 2 рази більшою, ніж в аеротенках, тоді інтенсивність аерації буде складати: в аеротенку –  $I_a = 0,67 I_{сер}$ , у регенераторі -  $I_p = 1,33 I_{сер}$ .

$$I_p = 1,33 \cdot I = 1,33 \cdot 12 = 15,96 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

					ЕКБ.БЕ5111.ДП	Лист
						49
Ізм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		

$$I_a = 0,67 \cdot I = 0,67 \cdot 12 = 8,04 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

Отримані значення в межах  $I_a^{\min} < I_a$ ,  $I_p < I_a^{\max}$ . Приймаємо  $I_a^{\min} = 3,3 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{год})$ ,  $I_a^{\max} = 20 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{год})$ .

Загальна витрата повітря, яке подається в аеротенк, визначається за середньою витратою стічних вод за час аерації в години максимального припливу:

$$Q_{\text{пов}}^{\text{ср}} = q_{\text{нов}} \cdot Q_{\text{max}} = 6,7 \cdot 3118 = 20890,6 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Повітродувки підбирають за каталогом, виходячи із загальних витрат напору і розрахункової витрати повітря [19].

### Розрахунок вторинних відстійників після аеротенків

Вторинні відстійники служать для затримання активного мулу після аеротенків, число яких варто приймати не менше трьох за умови, що усі відстійники є робочими. Доцільно приймати вторинні відстійники того ж типу, що і первинні. Отже, обираємо вторинні відстійники радіального типу.

Розрахунок вторинних відстійників здійснюється за гідравлічним навантаженням на одиницю площі поверхні, яке для відстійників після аеротенків визначається за формулою:

$$q = \frac{4,5 \cdot K_{\text{відст.}} \cdot H_{\text{з.в.}}^{0,8}}{(0,1 \cdot J_{\text{м}}^{\phi} \cdot a_a)^{0,5-0,01a_t}} = \frac{4,5 \cdot 0,4 \cdot 3,7^{0,8}}{(0,1 \cdot 96,4 \cdot 4)^{0,5-0,0115}} = 1,43, \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{год}),$$

де  $K_{\text{відст.}}$  – коефіцієнт використання об'єму відстійників, що приймається для радіальних – 0,4;  $H_{\text{з.в.}}$  – глибина зони відстоювання, 3,7 м;  $J_{\text{м}}^{\phi}$  – фактичне значення мулового індексу, 96,4  $\text{см}^3/\text{г}$ ;  $a_a$  – концентрація активного мулу в аеротенку, 4  $\text{г}/\text{дм}^3$ ;  $a_t$  – концентрація активного мулу у воді після відстоювання 15  $\text{мг}/\text{дм}^3$ .

Загальна площа поверхні вторинних відстійників визначається за формулою:

$$F_{\text{відст.}} = \frac{Q_{\text{max}}}{q} = \frac{3118}{1,43} = 2180, \text{ м}^2,$$

де  $Q_{\text{max}}$  – максимальна витрата стічних вод з врахуванням рециркуляційної витрати (при необхідності),  $\text{м}^3/\text{год}$ .

					ЕКБ.БЕ5111.ДП	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$N = \frac{F \cdot 4}{\pi \cdot d^2} \cdot K = \frac{2180 \cdot 4}{3,14 \cdot 30^2} \cdot 1,3 \approx 4шт,$$

де К – коефіцієнт для збільшення при  $N_{\min}$  і становить 1,3.

Отже, приймається чотири вторинних радіальних відстійника, усі відстійники – робочі.

Розміри типових вторинних відстійників:

- Номер типового проекту - 902-2-89/75 [21];
- Діаметр – 30 м;
- Глибина – 3,7 м;
- Діаметр трубопроводу: - підвідного – 1400мм;  
- відвідного – 900мм;
- Об'єм зони: - мулової – 440 м<sup>3</sup>;  
- відстійника – 2190 м<sup>3</sup> [19].

#### 4.5. Проектування аеротенка

Аеротенками називають споруди, в яких в умовах безперервної штучної аерації здійснюється біологічна очистка стічних вод за допомогою вільноплаваючого активного мулу – біоценозу мікроорганізмів, головну роль в якому відіграють бактерії [11].

У ході виконання дипломного проекту було запроектовано аеротенк-витиснювач для біологічної очистки СВ міста та хутряної фабрики. Повітря, що подається через закладені на дні аеротенку пористі пластинки, перемішує попередньо відстояну суміш СВ і активного мулу, постачаючи кисень, потрібний для життєдіяльності бактерій, та окислюючи органічні забруднення. Вихідна вода і циркуляційний мул подаються на початок аеротенку-витиснювачу, при цьому по мірі просування води і мулу до кінця аеротенку-витиснювачу концентрація забруднень у СВ внаслідок їх окислення зменшуються. Підвищена концентрація забруднень на початковій ділянці обумовлює більш високі швидкості їх окислення і збільшення пропускної спроможності споруди в цілому. На виході з аеротенку-витиснювачу – мулова суміш. Зміна складу СВ внаслідок окислення забруднень в ході процесу по

					ЕКБ.БЕ5111.ДП	Лист
						51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

довжині аеротенку ускладнює адаптацію мікроорганізмів активного мулу, внаслідок чого знижується їх біохімічна активність. Цей недолік може бути компенсований закріпленням мулу на насадках, розміщених в аеротенках-витиснювачах. У реальних спорудах режим витіснення мулової суміші істотно порушується впливом поздовжнього турбулентного перемішування, що виникає внаслідок аерації. Для запобігання такого режиму аеротенк-витиснювач обладнують чотирма-шістьма поперечними перегородками з отворами для перепуску мулової суміші [22, 23].

Зі стандартного ряду обрано аеротенк (номер типового проекту 902-2193) з наступними показниками [21]: ширина коридору – 6 м; робоча глибина аеротенку – 5 м; число коридорів – 3 шт.; робочий об'єм однієї секції – 4425 м<sup>3</sup>.

Креслення виконано у форматі А1, а також наведено специфікацію.

					ЕКБ.БЕ5111.ДП	Лист
						52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## РОЗДІЛ 5.ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

### Охорона праці

При визначенні заходів щодо безпеки і охорони праці потрібно враховувати настанови і вимоги Закону України "Про охорону праці", ДБН А.3.2-2, НПАОП 0.00-1-23, НПАОП 40.1-1.21, НПАОП 45.24-1.08, інших нормативних документів та актів з охорони праці.

При проектуванні слід враховувати такі питання з охорони праці:

- виконання вимог санітарно-гігієнічних нормативів умов праці робітників каналізаційних очисних споруд та інших об'єктів;
- створення безпечних виробничих процесів, будівель і споруд, використання безпечного обладнання, устаткування, транспортних засобів, хімічних реагентів, забезпечення нешкідливих умов праці;
- регламентацію безпечних методів контролю за роботою споруд;
- запобігання можливості виникнення аварійних ситуацій;
- застосування безпечного атестованого обладнання, механізмів, процесів у проекті організації будівництва [24].

Загальні вимоги безпеки виробничого устаткування визначені ГОСТ 12.2.003-91. Відповідно до цього нормативного документа безпечність виробничого устаткування забезпечується: правильним вибором принципів дії, конструктивних схем, елементів конструкції; використанням засобів механізації, автоматизації та дистанційного керування; застосуванням у конструкції засобів захисту; дотриманням ергономічних вимог; включенням вимог безпеки в технічну документацію з монтажу, експлуатації, ремонту, транспортування та зберігання устаткування; використанням у конструкції устаткування безпечних та нешкідливих матеріалів [25].

На насосних та повітродувних станціях, на очисних спорудах усі рухомі частини насосів, електродвигунів та іншого обладнання, а також приямки та перехідні містки повинні мати огорожу. При проектуванні відкритих ємкостей слід передбачати заходи щодо неможливості падіння обслуговуючого

наземно, потрібно передбачати перехідні містки шириною не менше ніж 1 м з поручнями. При визначенні заходів щодо техногенної безпеки, пов'язаних із запобіганням можливості виникнення аварій на об'єктах каналізації, слід проектування здійснювати з урахуванням вимог Кодексу цивільного захисту України, Правил техногенної безпеки у сфері цивільного захисту на підприємствах, в організаціях, установах та на небезпечних територіях [24].

При експлуатації споруд для очищення стічних вод пристрої й устаткування повинні задовольняти вимогам чинних санітарних правил.

Видалення плаваючих речовин та очищення водозливних пристроїв і збірних лотків відстійників слід виконувати, використовуючи відповідні пристосування й пристрої і дотримуючись заходів, що виключають падіння робітників у воду. Заборонено ручну очистку ходового шляху візків мулоскребів, мулососів, відстійників безпосередньо перед фермою (мостом), що насувається.

При очищенні аераторів із пористих матеріалів (фільтрувальних пластин, труб тощо) розчинами соляної кислоти належить вживати заходи проти опіку й отруєння.

Заборонено виходити за огорожі і ходити по стінках каналів аеротенків, по бортах відстійників, окислювальних каналів і по трубопроводах.

На території полів зрошування та фільтрації, окислювальних каналів слід влаштовувати теплі приміщення (будівлі) для обігріву, укриття від негоди обслуговуючого персоналу і зберігання необхідного інструменту. Приміщення (будівлі) для обслуговуючого персоналу полів фільтрації потрібно передбачити на кожні 30 га площі і забезпечувати телефонним зв'язком.

При розташуванні виробничих споруд очищення стічних вод у будівлях (у тому числі, споруд фізико-хімічного очищення) належить забезпечити не менш ніж 12-кратну вентиляцію приміщень [23].

### **Охорона довкілля**

Охорону навколишнього середовища слід проектувати згідно з ДБН

А.2.2-1, ДБН А.2.2-3, ДСанПІН 2.2.7.029, Державними санітарними правилами

Лист

*ЕКБ.БЕ5111.ДП*

54

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	
------	------	----------	---------	------	--

планування та забудови населених пунктів, Державними санітарними нормами та правилами утримання територій населених місць, СанПиН 4630, СанПиН 4631.

Основні види можливого впливу каналізаційних очисних споруд населених пунктів (промислових утворень, окремих підприємств) на стан навколишнього середовища слід визначати з урахуванням:

- зміни умов та ефективності господарської діяльності за рахунок вилучення сільськогосподарських угідь, вирубання лісів та обмеження будівництва на території, яка використовується для розміщення споруд;
- зміни природного ландшафту;
- порушення структури ґрунтів;
- зміни рівневого та хімічного режиму ґрунтових та підземних вод;
- забруднення водоприймачів стічними водами;
- забруднення повітря за рахунок виділення неприємних запахів;
- забруднення навколишнього природного середовища при будівництві.

Розміри санітарно-захисних зон від очисних споруд і насосних станцій до межі житлової забудови, ділянок громадських установ, будинків і споруд, продовольчих складів, підприємств харчової промисловості (з урахуванням їх перспективного розширення) слід приймати згідно з таблицею 30 ДБН В.2.5-75:2013 [24].

При проектуванні об'єктів каналізації повинно забезпечуватися використання всіх можливостей щодо зменшення території землевідведення для розміщення очисних споруд (в т. ч. споруд обробки і складування осаду).

При розрахунку водного балансу промислових підприємств слід передбачати максимально можливе повторне використання мало забруднених промислових та очищених поверхневих стічних вод.

При проектуванні організації будівельних робіт слід передбачати видалення і складування родючого ґрунту для подальшого його використання.

За можливості, слід використовувати біогаз, отриманий при обробці мулу та осаду, підвищувати енергоефективність очисних споруд

господарськопобутової каналізації з забезпеченням опалення і технологічн					18 см
ЕКБ.БЕ5111.ДП					55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

потреб каналізаційних споруд за рахунок використання тепла стічних вод, що очищаються, та тепла стисненого повітря повітродувних станцій.

Відповідно до вимог чинного законодавства рекомендується передбачати використання очищених стічних вод та знезаражених і дегельмінтизованих осадів у сільському господарстві (в якості органічного добрива) [26, 27].

					<i>ЕКБ.БЕ5111.ДП</i>	Лист
						56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



## ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз характеристик складу стічних вод хутряних фабрик та встановлено, що основним забрудниками у стічних водах хутряних фабрик є шестивалентний хром, а також спеціальні окислювальні барвники. Для забезпечення необхідного для скидання в каналізацію ступеню очищення стічної води обрано технологію попереднього очищення, яка базується на використанні реагентної обробки стічних вод із двоступінчастим флотаційним освітленням та біологічним очищенням.

2. Відповідно суміш стічної води міста та хутряної фабрики характеризується наступними значеннями показників забруднення: концентрація завислих речовин становить  $210,4 \text{ мг/дм}^3$ , концентрація органічних речовин за БСК<sub>повн</sub> –  $254 \text{ мг/дм}^3$ , концентрація ПАР –  $8,6 \text{ мг/дм}^3$ .

3. Активний мул – це штучно (антропогенно) створена екосистема; система антропогенно залежна, що знаходиться в надзвичайно мінливих умовах впливу абіотичних та біотичних факторів. Для правильної оцінки активний мул в цілому необхідно охарактеризувати як спосіб існування бактеріальних популяцій, основних деструкторів забруднень, так і простіших та багатоклітинних організмів, що становлять приблизно 5-10% від загальної біомаси та здійснюють активне поїдання бактерій.

4. Обрано технологію біологічного очищення стічних вод міста та хуторної фабрики яка включає механічну очистку на решітках, у піскоуловлювачах і у первинних відстійниках; біологічну очистку в аеротенках; зброджування осадів в метантенку та дозволяє очистити суміш стічних вод до необхідних норм. Розроблено креслення апаратурної та технологічної схем.

5. Виконано розрахунки очисних споруд очищення. Для біологічного очищення суміші стічної води міста та хутряної фабрики на

основі розрахунків обрано аеротенк-витиснювач типовий проект 902-2-193, кількість коридорів 3, секцій 2, з регенерацією, об'ємом 8850 м<sup>3</sup>. Розроблено креслення.

6. Розглянуто основні небезпечні виробничі фактори та вплив технологічного процесу на навколишнє середовище та запропоновано заходи з охорони праці та довкілля.

					ЕКБ.БЕ5111.ДП	Лист
						58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Остащенко А.С. Товароведение обуви и пушно-меховых изделий. – М. : Экономика, 1990
2. Шалбуев Д.В. Практикум по оценке качества сточных вод на кожевенно-меховых предприятиях: Учебное пособие. – Издательство ВСГТУ, 2006. – 77 с.
3. Саблій Л. А. Фізико-хімічне та біологічне очищення висококонцентрованих стічних вод: Монографія. – Рівне: НУВГП, 2013. – 291 с.
4. Когановский А.М. / Очистка и использование сточных вод в промышленном водоснабжении/ А.М. Когановский. – М.: Химия, 1983.- 288с.
5. Укрупненные нормы водопотребления и водоотведения для различных отраслей промышленности/ Совет Эконом. Взаимопомощи, ВНИИ ВОДГЕО Госстроя СССР. – М.: Стройиздат, 1978. – 590 с.
6. Гіроль М. М. Технології водовідведення промислових підприємств: Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2013. – 625 с
7. Мацнєв А. І. Водовідведення на промислових підприємствах / А. І. Мацнєв, Л. А. Саблій. – Рівне: Укр. держ. акад. водного господарства, 1998. – 219 с.
8. Закон України «Правила приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України» №166-р-КМ від 10.03.2017.
9. Жмур Н. С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аеротенками. – М.: АКВАРОС, 2003 – 512 с. – ISBN 5-901652-05-3.
10. Гудков, А. Г. Биологическая очистка городских сточных вод / А. Г. Гудков. — Вологда: ВоГТУ, 2002. — 127 с.
11. Ковальчук В. А. Очистка стічних вод / В. А. Ковальчук – Рівне: ВАТ «Рівненська друкарня», – 2002. – 622 с. – ISBN 966-7358-24-0.

					<i>ЕКБ.БЕ5111.ДП</i>	Лист
						59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- 12.Шалимов Ю.Н., Руссу А.В., Епифанов А.В., Епифанов В.Д., Лутовац М., Бабкин В.Ф., Евсеев Е.П. Микробиология сточных вод очистных сооружений // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – №1 (7). – 2016. – С. 20.
- 13.Колесник А.Р. Гипохлорит натрия в водоочистке: Практика применения, транспортирования, хранения. – Научно-практический журнал «Вода и водоочистные технологии». – №3 (11). – 2004. – С. 13.
- 14.Рехтин А.Ф. Проектирование сооружений для очистки сточных вод: учебное пособие / А.Ф. Рехтин, Е.Ю. Курочкин, Б.П. Лашкинский. – Томск: Изд-во Том. гос. архит. строит. ун-та, 2016. – 314 с.
- 15.Евилевич А.З., Евилевич М.А. Утилизация осадков сточных вод. – Л.:Стройиздат, Ленинградское отделение, 1988. – 248 с.
- 16.Колобанов С. К., Ершов А. В., Кигель М. Е. Проектирование очистных сооружений канализации. - Киев, «Будівельник», 1977. – 224 с.
- 17.Сорокіна К. Б. Конспект лекцій із навчальних дисциплін «Процеси та обладнання для обробки осадів» і «Технологія переробки та утилізації осадів» для студентів 5-6 курсів денної і заочної форм навчання освітньокваліфікаційного рівня «магістр» спеціальностей 192 – Будівництво та цивільна інженерія (спеціалізації (освітні програми) «Водопостачання та водовідведення» та «Рациональне використання і охорона водних ресурсів») і 194 – Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології) / К. Б. Сорокіна ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 116 с.
- 18.Постанова КМУ від 25.03.1999 № 465 «Правила охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами»
- 19.Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Біотехнологія очищення води» напряму підготовки 6.051401 – біотехнологія, Електронне видання .Уклад.: Саблій Л.А, Бойчук С.Д., Жукова В. С. – К.: ІНТУУ «КНІ», 2013.– 58с.

					Лист
					60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

ЕКБ.БЕ5111.ДП

- 20.Голубовская Э.К.. Биологические основы очистки воды / Э. К. Голубовская. – М.: Высшая школа, 1978. – 268 с.
- 21.Самохин В.Н. Канализация населенных мест и промышленных предприятий. Справочник проектировщика. / Н.И. Лизачев, И.И. Ларин, С.А. Хаскин и др. – 2-е изд. перераб. и доп. - М.:Стройиздат, 1981. – 639с.
- 22.Исаева А. М. Биологическая очистка. Аэротенки / А. М. Исаева, С. Н. Николаева, Т. В. Малютина, С. Н. Хазов – Пенза: ПГУАС, 2004. – 356 с.
- 23.Обладнання та проектування в біоенергетиці та водоочищенні і управління безпекою праці. Підручник / Під. ред. Л. А. Саблій. – Рівне: НУВГП, 2016. – 356 с.
- 24.ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – К.: Мін. регіонального розвитку та житлово-комунального господарства України, 2013. – 96 с.
- 25.Жидецький В. Ц. Основи охорони праці / В. Ц. Жидецький, В. С. Джигирей, О. В. Мельников – Вид. 2-е, стереотипне. – Львів: Афіша, 2000. – 348 с.
- 26.ВНД 33-3.3-01-98 Переробка міських стічних вод та використання їх для зрошення кормових та технічних культур. – К: Державний комітет України по водному господарству, 1998
- 27.Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України за період до 2020 року». Затверджено від 21 грудня 2010 року № 2818-IV